

ESTRUTURA DE CUSTOS DE TRABALHOS EM ELEMENTOS ESTRUTURAIS DE MADEIRA EM OBRAS DE REABILITAÇÃO

RUI MARIA DE SOUSA-CARDOSO SIMÕES MARRANA

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

Orientador: Professor Doutor Rui Manuel Gonçalves Calejo Rodrigues

Coorientador: Engenheiro Paulo Miguel Pereira Duarte Monteiro

JULHO DE 2014

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2013/2014

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2013/2014 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2014.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

Aos meus Pais

Nada é particularmente difícil, se dividido em pequenas tarefas

Henry Ford

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Rui Calejo Rodrigues não apenas pela incansável orientação e pela disponibilidade sempre demonstrada, mas também pela constante transmissão de conhecimentos e valores, os quais que guardo e que o tornam um exemplo a seguir.

Ao Professor Doutor José Manuel Amorim Faria por todo o conhecimento científico e tecnológico transmitido, criando assim uma base sólida na qual foi possível construir este trabalho.

Ao Eng. Miguel Monteiro pela disponibilidade demonstrada, pelo apoio concedido e acima de tudo por me ter recebido, orientado e me ter aberto as portas à prática da engenharia civil.

À Beatriz Puga, ao Nuno Moreira, à Carla Silva e à Teresa Gonçalves, pela constante disponibilidade e pelo fantástico ambiente de trabalho em que tive o prazer de estar inserido.

Ao Eng. Tiago Ilharco, do NCREP, ao Eng. Ricardo Brás, da Rothoblaas, e à Dra. Joana Girão, da Hilti, pelo apoio prestado que muito contribuiu para o desenvolvimento desta dissertação

A todos os colegas que neste percurso se tornaram amigos e os quais já não dispense, por terem sido uma constante ajuda nesta jornada.

Aos meus pais, aos meus irmãos e a todos os meus amigos.

RESUMO

O atual contexto de emergência da reabilitação urbana, motivada pela queda da construção nova e pela real necessidade de renovação do património edificado, torna vital que as empresas tenham conhecimentos sobre a melhor forma de orçamentar os diferentes trabalhos, que dada a sua especificidade dificilmente poderão ser custeados de outra forma que não seja através da quantificação dos seus fatores de custo.

Neste contexto a presente dissertação começa por provar que tal não acontece no que às estruturas de madeira diz respeito. Assim surge a necessidade de construir uma estrutura de custos organizada, que proponha às empresas uma forma simples e eficaz de se tornarem rigorosas neste tipo de orçamentos. Esta estrutura foi dividida em duas partes, para mais fácil organização dos conteúdos: as tarefas gerais, que se aplicam a grande parte dos casos de intervenções, e os casos de estudo. Dentro destes foram desenvolvidos 14 casos particulares de intervenções, em que cada um é tecnologicamente descrito e posteriormente orçamentado.

O presente trabalho fornece assim uma metodologia sólida para a elaboração de orçamentos na área das estruturas de madeira.

PALAVRAS-CHAVE: Reabilitação, Orçamentação, Estruturas de madeira, Fatores de custo, Estrutura de custos

ABSTRACT

The current context of the emergence of urban rehabilitation, motivated by the decline of new construction and by the need of renewal of built heritage, makes it vital for the companies to have knowledge of how to perform an optimal budget for different projects. Due to its complexity and specificity it is possible to state that these type of projects can only be attributed a certain cost by quantifying its cost factors.

Consequently, this dissertation starts by proving that timber structures are not included in the general cases mentioned above. Therefore, there is a present need to establish an organized budget procedure that makes it possible for the companies to present an easy but effective way to become more thorough in this cases.

This procedure was divided in two parts to make it easier to organize its contents - general tasks, applicable to most cases, and case studies. In this last part, 14 case studies were analyzed and in each one a technological description was made, followed by its respective budget.

As a result, this assignment provides a solid methodology to perform budgets related to timber structures.

KEYWORD: Rehabilitation, Budget, Timber Structures, Cost Factors, Budget Procedure

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO	1
1.2. PROBLEMÁTICA E MOTIVAÇÃO	2
1.3. JUSTIFICAÇÃO DA PROBLEMÁTICA	3
1.4. ÂMBITO E OBJETIVOS	5
1.5. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO	5
1.6. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	6
2. ENQUADRAMENTO CONCEPTUAL	7
2.1. CONCEITOS DO DOMÍNIO DA MADEIRA	7
2.1.1. PROPRIEDADES DA MADEIRA	8
2.1.1.1. PROPRIEDADES FÍSICAS	8
2.1.1.2. PROPRIEDADE MECÂNICAS	9
2.1.2. TIPOS E DERIVADOS DE MADEIRA	10
2.1.3. LIGAÇÕES ESTRUTURAIS	11
2.1.4. COBERTURAS	14
2.1.4. NORMAS	16
2.1.5. SÍNTESE BIBLIOGRÁFICA	17
2.1.5.1. <i>ADVANCED WOOD ENGINEERING: GLULAM BEAMS</i>	17
2.1.5.2. <i>STATE-OF-THE-ART REVIEW ON TIMBER CONNECTIONS WITH GLUED-IN STEEL RODS</i>	18
2.1.5.3. <i>A REVIEW OF FACTORS INFLUENCING THE DURABILITY OF STRUCTURAL BONDED TIMBER JOINTS</i>	18

2.2. CONCEITOS DE REABILITAÇÃO	18
2.2.1. SÍNTESE BIBLIOGRÁFICA	20
2.2.1.1. <i>CONSTRUCTION AND ASSESSMENT OF A HERITAGE AUSTRALIAN TIMBER-FRAMED STORE BUILDING</i>	20
2.2.1.2. <i>AUTOBIOGRAPHY OF A BEAM</i>	21
2.3. CONCEITOS DE ORÇAMENTAÇÃO	21
2.3.1. MÉTODO DE ORÇAMENTAÇÃO LNEC	21
2.3.2. PRONIC	22
2.3.3. SÍNTESE BIBLIOGRÁFICA	23
 3. TECNOLOGIA DE ESTRUTURAS DE MADEIRA	 25
3.1. TAREFAS DE CARACTER GENÉRICO	25
3.1.1. MEIOS DE ELEVAÇÃO E SUPORTE	26
3.1.2. LIMPEZA GERAL	27
3.1.3. TRATAMENTOS	27
3.1.3.1. AGENTES BIÓTICOS	27
3.1.3.2. TRATAMENTO CURATIVO	30
3.1.3.3. TRATAMENTO PREVENTIVO.....	32
3.2. CASOS DE ESTUDO	32
3.2.1. PROBLEMAS NOS APOIOS	34
3.2.1.1. REFORÇO DE APOIO DE ASNA COM CACHORRO METÁLICO	34
3.2.1.2. REFORÇO DO ENCONTRO DA LINHA COM ELEMENTOS DE MADEIRA.....	38
3.2.1.3. REFORÇO DO ENCONTRO DA LINHA COM ELEMENTOS METÁLICOS	40
3.2.1.4. CONSOLIDAÇÃO DO ENCONTRO DA ASNA COM ARGAMASSA EPÓXI ARMADA	43
3.2.2. PROBLEMAS NAS LIGAÇÕES	46
3.2.2.1. SUBSTITUIÇÃO DA LIGAÇÃO PERNA-LINHA POR PRÓTESE DE MADEIRA	46
3.2.2.2. REFORÇO DA LIGAÇÃO PERNA-LINHA COM CHAPA METÁLICA INTERNA	49
3.2.2.3. REFORÇO DE LIGAÇÃO DA LINHA COM ELEMENTOS METÁLICOS	52

3.2.3. PROBLEMAS DE FENDILHAÇÃO	54
3.2.3.1. REPARAÇÃO DE FENDA COM ELEMENTOS METÁLICOS.....	55
3.2.3.2. SELAGEM DE FENDAS COM RESINA EPÓXI	59
3.2.4. PROBLEMAS DE SECÇÃO INSUFICIENTE.....	61
3.2.4.1. AUMENTO DE INÉRCIA DA PERNA COM ELEMENTOS DE MADEIRA.....	61
3.2.5. SUBSTITUIÇÕES.....	64
3.2.5.1. SUBSTITUIÇÃO INTEGRAL DA LINHA DA ASNA.....	64
3.2.5.2. SUBSTITUIÇÃO INTEGRAL DA PERNA DA ASNA	67
3.2.5.3. SUBSTITUIÇÃO INTEGRAL DA ASNA.....	69
 4. ORÇAMENTAÇÃO	 71
4.1. FATORES DE CUSTO	72
4.1.1. MATERIAIS	72
4.1.2. MÃO-DE-OBRA.....	73
4.1.3. EQUIPAMENTOS.....	74
4.2. TAREFAS DE CARÁTER GERAL	75
4.2.1. MEIOS DE ELEVAÇÃO E SUPORTE	75
4.2.2. LIMPEZA GERAL.....	75
4.2.3. TRATAMENTOS	76
4.3. CASOS DE ESTUDO	78
4.3.1. FICHA DE ORÇAMENTAÇÃO	788
4.3.2. FATORES DE CUSTO	79
4.3.2.1. MATERIAIS	79
4.3.2.2. MÃO-DE-OBRA.....	80
4.3.2.3. EQUIPAMENTOS	811
4.3.3. COMPOSIÇÃO DO PREÇO DE VENDA.....	82
4.3.4. RESULTADOS	83
4.3.4.1. PROBLEMAS NOS APOIOS	83

4.3.4.2. PROBLEMAS NAS LIGAÇÕES	88
4.3.4.3. PROBLEMAS DE FENDILHAÇÃO.....	92
4.3.4.4. PROBLEMAS DE SECÇÃO INSUFICIENTE.....	96
4.3.4.5. SUBSTITUIÇÕES.....	98
5. CONCLUSÕES	103
5.1. SINTESE	103
5.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS.....	104
6. BIBLIOGRAFIA.....	105
7. ANEXOS.....	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Número de licenciamentos de edifícios novos	1
Figura 2 - Fotografia anexa	3
Figura 3 - Esquema anexo	4
Figura 4 - Metodologia de investigação	5
Figura 5 - Organograma de propriedades da madeira	8
Figura 6 - Ligações entalhadas com elementos metálicos de reforço	12
Figura 7 - Exemplo de <i>layout</i> de programa gratuito de cálculo de ligadores	13
Figura 8 - Exemplo de catálogos de ligadores metálicos	13
Figura 9 - Asnas de uma água	14
Figura 10 - Esquema representativo de asna simples	15
Figura 11 - Tipos de asnas	16
Figura 12 - Conceitos de manutenção e reabilitação de edifícios	19
Figura 13 - Tipos de intervenções de reabilitação	19
Figura 14 - Fluxo de Informação PRONIC	22
Figura 15 – Andaime de apoio à construção de asna na rua de Miraflor	26
Figura 16 – Escoramento de cobertura na rua Mouzinho da Silveira	26
Figura 17 - Organismos Xilófagos	28
Figura 18 - Ciclo de vida dos fungos	29
Figura 19 - Ciclo de vida de um inseto de ciclo larvar	29
Figura 20 - Furação para injeções de tratamento curativo contra insetos de ciclo larvário	31
Figura 21 - Organigrama dos casos estudados	34
Figura 22 - Apoio de viga reforçado com cachorro metálico	35
Figura 23- Apoio metálico para sustentação de asna de cobertura na rua de Miraflor	35
Figura 24 - Esquemas representativo da proposta de resolução: Caso 1	36
Figura 25 - Sequência Operativa: Caso 1	36

Figura 26 - Reforço do encontro com peças de madeira	38
Figura 27 - Esquemas representativos da proposta de resolução: Caso 2	39
Figura 28 - Sequência Operativa: Caso 2	39
Figura 29 - Reforço do encontro com perfis UPN.....	41
Figura 30 - Esquemas representativos da proposta de resolução: Caso 3	41
Figura 31 - Sequência Operativa: Caso 3	42
Figura 32 - Consolidação de encontro com material compósito	43
Figura 33 - Esquemas representativos da proposta de resolução: Caso 4	44
Figura 34 - Sequência Operativa: Caso 4	45
Figura 35 - Sequência operativa para consolidação de apoio de viga com argamassa epóxi reforçada	45
Figura 36 - Exemplo de prótese de madeira na ligação perna-linha.....	47
Figura 37 - Esquemas representativos da proposta de resolução: Caso 5	48
Figura 38 - Sequência Operativa: Caso 5	48
Figura 39 - Corte para inserção de chapa metálica na ligação perna-linha	50
Figura 40 - Esquemas representativos da proposta de solução: Caso 6.....	51
Figura 41 - Sequência Operativa: Caso 6	51
Figura 42 - Reforço da ligação da linha com elementos metálicos	53
Figura 43 - Esquemas representativos da proposta de solução: Caso 7.....	53
Figura 44 - Sequência Operativa: Caso 7	54
Figura 45 - Exemplo de viga com fendas de retração	55
Figura 46 - Reparação de fenda com parafusos paralelos à fenda.....	55
Figura 47 - Reparação de fenda com parafuso perpendicular	55
Figura 48 - Esquemas representativos da proposta de resolução: Caso 8	56
Figura 49 - Esquemas representativos da proposta de resolução: Caso 9	58
Figura 50 - Sequência Operativa: Caso 9	58
Figura 51 - Fendas seladas com resina epóxi	59
Figura 52 - Selagem de fendas com resina epóxi	60

Figura 53 - Sequência Operativa: Caso 10.....	60
Figura 54 - Aumento de inércia de uma viga	62
Figura 55- Esquema representativo da proposta de solução: Caso 11	62
Figura 56 - Sequência Operativa: Caso 11	63
Figura 57 - Novas asnas colocadas em edifício na rua de Mirafior	64
Figura 58 - Esquema representativo da proposta de resolução: Caso 12	65
Figura 59 - Sequência Operativa Caso 12	66
Figura 60 - Esquema representativos da proposta de resolução: Caso 13.....	67
Figura 61 - Sequência Operativa: Caso 13.....	68
Figura 62 - Esquema representativos da proposta de resolução Caso 14.....	69
Figura 63 - Sequência Operativa: Caso 14.....	70
Figura 64 - Rendimento Xilophene S.O.R. 40	77
Figura 65 - Ficha de orçamentação	78
Figura 66 - Coeficientes de variação de rendimentos	81
Figura 67 - Fresa SG 400 da Rothoblaas.....	82

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Mapa de tarefas e quantidade enviado	3
Quadro 2 - Fatores produtivos: Caso 1.....	37
Quadro 3 - Tempos de espera mediante a temperatura ambiente.....	37
Quadro 4 - Fatores Produtivos: Caso 2	40
Quadro 5 - Fatores produtivos: Caso 3.....	42
Quadro 6 - Fatores produtivos: Caso 4.....	46
Quadro 7 - Fatores produtivos: Caso 5.....	49
Quadro 8 - Fatores Produtivos: Caso 6	52
Quadro 9 - Fatores produtivos: Caso 7.....	54
Quadro 10 - Fatores produtivos: Caso 8.....	57
Quadro 11 - Fatores produtivos: Caso 9.....	58
Quadro 12 - Fatores produtivos: Caso 10.....	61
Quadro 13 - Fatores produtivo: Caso 11	63
Quadro 14 - Fatores produtivos: Caso 12.....	66
Quadro 15 - Fatores produtivos: Caso 13.....	68
Quadro 16 - Fatores Produtivos: Caso 14	70
Quadro 17 - Custo de limpeza geral.....	76
Quadro 18 - Calculo do custo do tratamento preventivo.....	77
Quadro 19 - Calculo do custo do tratamento curativo.....	77
Quadro 20 - Custo considerado dos materiais.....	80
Quadro 21 - Custo horário de mão-de-obra.....	80

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Resultados obtidos	4
Gráfico 2 – Custo dos fatores produtivo: Caso 1	84
Gráfico 3 – Relação entre fatores produtivos: Caso 1	84
Gráfico 4 – Custo dos fatores produtivos: Caso 2.....	85
Gráfico 5 – Relação entre fatores produtivos: Caso 2.....	85
Gráfico 6 - Custo dos fatores produtivos: Caso 3	86
Gráfico 7 - Relação entre fatores produtivos: Caso 3	86
Gráfico 8 – Custos dos fatores produtivos: Caso 4	87
Gráfico 9 – Relação entre fatores produtivos: Caso 4.....	87
Gráfico 10 -- Comparação de custos diretos para intervenções em apoios	88
Gráfico 11 – Custos dos fatores produtivos: Caso 5	89
Gráfico 12 – Relação entre fatores produtivos: Caso 5.....	89
Gráfico 13 – Custos dos fatores produtivos: Caso 6	90
Gráfico 14 – Relação entre fatores produtivos: Caso 6.....	90
Gráfico 15 – Custo dos fatores produtivos: Caso 7.....	91
Gráfico 16 – Relação entre produtivos: Caso 7.....	91
Gráfico 17 - Comparação de custos diretos para intervenções em ligações.....	92
Gráfico 18 – Custo dos fatores produtivos: Caso 8.....	93
Gráfico 19 – Relação entre fatores produtivos: Caso 8.....	93
Gráfico 20 - Custos dos fatores produtivos: Caso 9.....	94
Gráfico 21 – Relação entre fatores produtivos: Caso 9.....	94
Gráfico 22 - Custo dos fatores produtivos: Caso 10	95
Gráfico 23 – Relação entre fatores produtivos: Caso 10.....	95
Gráfico 24 - Comparação de custos diretos para intervenções de fendilhação	96
Gráfico 25 - Custo dos fatores produtivos: Caso 11	97

Gráfico 26 - Relação entre fatores produtivos: Caso 11	97
Gráfico 27 – Custo dos fatores produtivos: Caso 12	98
Gráfico 28 – Relação entre fatores produtivos: Caso 12	98
Gráfico 29 - Custo dos fatores produtivos: Caso 13.....	99
Gráfico 30 – Relação entre fatores produtivos: Caso 13	99
Gráfico 31 – Custo dos fatores produtivos: Caso 14.....	100
Gráfico 32 – Relação entre fatores produtivos: Caso 14	100
Gráfico 33 - Comparação de custos diretos para substituições	101

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

DEC - Departamento de Engenharia Civil

FEUP – Faculdade de engenharia da universidade do Porto

FRP – *Fibre-reinforced plastic* (Plástico reforçado com fibras)

INE – Instituto Nacional de Estatística

LNEC – Laboratório nacional de engenharia civil

3M2P – Empresa de construção e reabilitação de edifícios

Ref. - Referência

1

INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

A preservação do património edificado é uma preocupação inata ao ser humano, que na sua génese compreende naturalmente a necessidade de o manter e reabilitar para que possa servir o seu propósito pelo maior número de anos possível, ainda que, de tempos a tempos possa necessitar de alguma atualização. Soma-se a este fenómeno, um outro que tende a valorizar o que de histórico chega aos dias de hoje. A reabilitação dos edifícios históricos apresenta-se pois como uma necessidade das cidades, sem a qual estas perdem grande parte da sua identidade arquitetónica, uma vez que as soluções construtivas clássicas apresentam também um acréscimo de qualidade e encanto que não se encontra nas soluções atuais, esteticamente menos elaboradas.

Com a crise económica mundial como pano de fundo, a questão da reabilitação urbana tem sido tema central de discussão na atualidade informativa, com intervenções e opiniões da grande maioria dos governantes e das personalidades influentes na área da construção, vaticinando um abandono da construção de raiz, dando lugar à recuperação do património edificado. Esta tendência de evolução do mercado da indústria da construção fica mais explícita quando se constata um decréscimo no número de licenciamentos para construção de habitação nova, segundo dados recolhidos pelo Instituto Nacional de Estatística até ao ano 2012 como demonstra a figura 1.

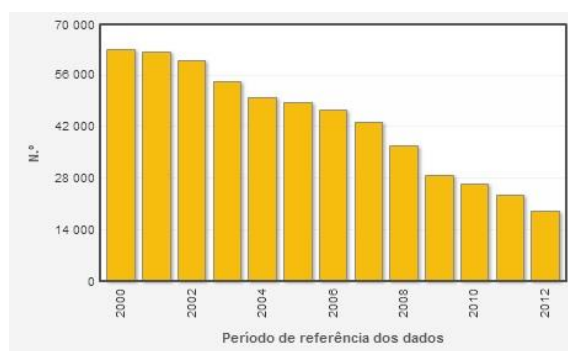


Figura 1 - Número de licenciamentos de edifícios novos (INE, 2014)

É assim interessante ponderar sobre o futuro de uma indústria que apresenta um decréscimo exagerado, mas que surge simultaneamente como indispensável ao mercado nacional tanto como criadora de riqueza, como de motor de empregabilidade.

Em entrevista ao Jornal de Notícias o atual presidente da camara do Porto, presidente da sociedade de reabilitação urbana da mesma cidade à data da entrevista, Rui Moreira, dizia que *O futuro do Porto passa pela reabilitação* (JN, 2012/Nov/30) e esta mentalidade começa a ser comum entre os intervenientes e os interessados na regeneração do setor da construção em Portugal. Mas para que este futuro seja real é necessário que as intervenções de reabilitação apresentem, para além das já referidas vantagem culturais e arquitetónicas, vantagens económicas óbvias, o que apenas é possível com uma visão não destrutiva mas sim adaptativa.

É então necessário aproveitar o património existente que se mantém apto a desenvolver as suas funções, reabilitar ou substituir o que o tempo desgastou em demasia ou a sua má utilização destruiu e ainda, atualizar o que necessite de características atuais e não do tempo em que foram concebidos.

Não podemos no entanto esquecer durante estas intervenções a riqueza cultural, patrimonial e arquitetónica de cada edifício. Historicamente a construção das casas burguesas ou apalaçadas que hoje nos chegam era uma oportunidade de trabalho para os mais diversos artesãos, dotando assim o todo de uma diversidade de elementos inspiradores que hoje não podem ser esquecidos, sob pena da descaracterização do edifício intervencionado.

A reabilitação apresenta-se então como uma arte, para a qual é necessário um enorme domínio da tecnologia, não só da atual mas também da clássica e um rigor económico que se esqueceu durante o ‘apogeu’ da construção. É neste contexto que a estruturação dos fatores de custos e a formulação de uma proposta de estruturação dos gastos associados surge com grande interesse para todas as empresas do mercado permitindo-lhes serem mais rigorosas, mais competitivas e mais eficazes na orçamentação.

1.2. PROBLEMÁTICA E MOTIVAÇÃO

Como já referido a reabilitação engloba um vasto número de tarefas de génese distinta das tarefas de construção habituais. A arte de trabalhar a madeira, de fazer ou refazer paredes de pedra aparelhada ou a minúcia necessária para recuperar um teto de estuque trabalhado são apenas alguns exemplos deste tipo de tarefas. Assim, dada a sua variedade e variabilidade, a orçamentação de trabalhos de reabilitação não se rege pelos mesmos modelos simples da orçamentação de, por exemplo, uma estrutura de betão armado. É neste facto que se fundamenta a motivação para este trabalho que tem como objetivo a criação de uma base de dados de soluções que não apenas as descreva e caracterize, mas também que balize os custos destas, e que a partir destas as empresas se possam tornar mais eficazes, mas acima de tudo mais rigorosas na orçamentação de um caderno de encargos de reabilitação não destrutivo, neste caso de elementos estruturais de madeira.

A tarefa não se afigura simples, dado que a mão-de-obra é especializada e cada empresa terá a sua forma de resolver cada uma das questões. Ainda assim a possibilidade de realizar um trabalho profissional, que possa servir não como um tratado mas como uma orientação sobre a melhor forma de orçamentar estruturas de madeira é a motivação que serviu de mote ao desenvolvimento da presente dissertação.

Por fim é ainda muito motivadora a possibilidade de realização deste trabalho em ambiente laboral na empresa 3M2P, a qual se encontra profundamente envolvida em projetos de reabilitação, nos quais as operações estudadas se aplicam.

1.3. JUSTIFICAÇÃO DA PROBLEMÁTICA

Apesar de motivadora, a questão central da presente dissertação – ‘*Será necessária a estruturação dos custos de intervenções em elementos de madeira?*’ - carece de uma justificação clara, uma vez que se o mercado não refletir um défice de organização da informação e uma dispersão de resultados para um problema comum, o desenvolvimento da dissertação assentará sobre um falso propósito.

Com o objetivo de comprovar a existência de uma problemática, elaboramos um mapa de tarefas e quantidade, de uma única tarefa – simplificando o processo para assim conseguir maior adesão - e ao qual anexamos uma fotografia exemplificativa e um desenho de pormenor para mais fácil compreensão. O documento resultante foi enviado para um conjunto de 50 empresas que se descrevem como ativas no mercado da reabilitação. O quadro e as figuras seguintes mostram os elementos enviados a cada uma das empresas.

Quadro 1 - Mapa de tarefas e quantidade enviado

Mapa de Tarefas e Quantidades					
Ref. ^a	Descrição	Un.	Quant.	Preço (€)	
				Unit.	Total
	Recuperação de asna em madeira da cobertura				
A.1	Asna 1				
A.1.1	Fornecimento e substituição do apoio da linha e da perna da asna representada na fotografia e no esquema anexos (1,5 metros de degradação), por peças de madeira maciça de pinho bravo, classe resistente C18, com a mesma dimensão das existentes - prótese colada a epóxi e rematada por ligadores. Inclui-se todas as operações de serração, transporte a vazadouro de produtos sobranes e todas as peças de ligação entre elementos de madeira. Inclui-se tratamento de toda a madeira da asna por passagem à lixa, remoção de finos, impregnação com xilófago e velatura escurecedora.	vg	1		
TOTAL SEM I.V.A					
TOTAL					

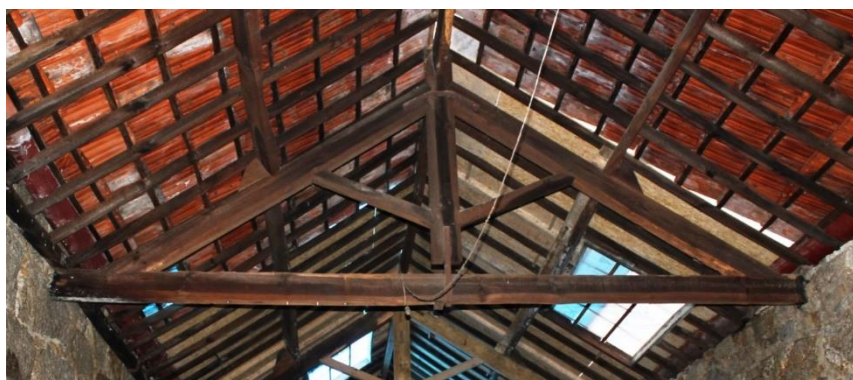


Figura 2 - Fotografia anexa

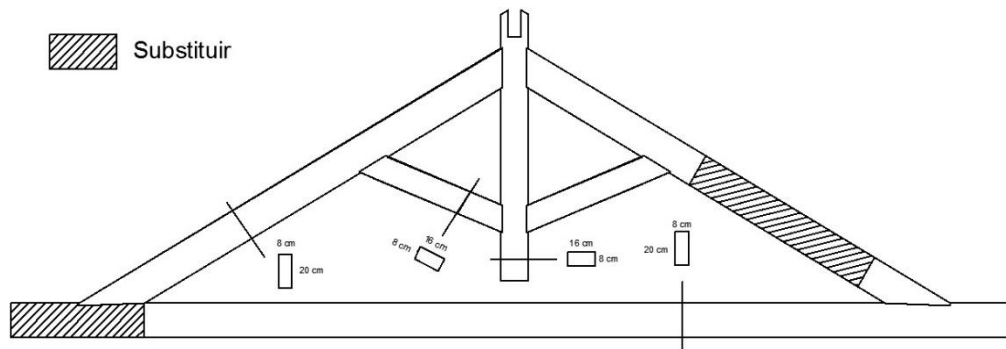


Figura 3 - Esquema anexo

Uma primeira nota que prende-se com a falta de adesão das empresas para este tipo de solicitações, uma vez que do universo apresentado apenas 9 responderam, às quais se deixa um agradecimento. Supondo-se que este problema se prende com a falta de organização das empresas, que não tiveram a capacidade de compreender a simplicidade da solicitação e a possibilidade que uma resposta poderia ter, dotando-as de uma comparação com a concorrência.

Apesar da amostra pouco expressiva, é possível pela disparidade de resultados, perceber que a orçamentação de trabalhos em estruturas de coberturas de madeira não segue uma regra, sendo realizada com base na experiência profissional e no interesse da empresa. O gráfico 1 apresenta os resultados obtidos, nos quais as empresas estão ordenadas por ordem alfabética e numeradas, uma vez que nas condições de envio do pedido nos comprometíamos à não publicação do nome da empresa relacionada com o valor.

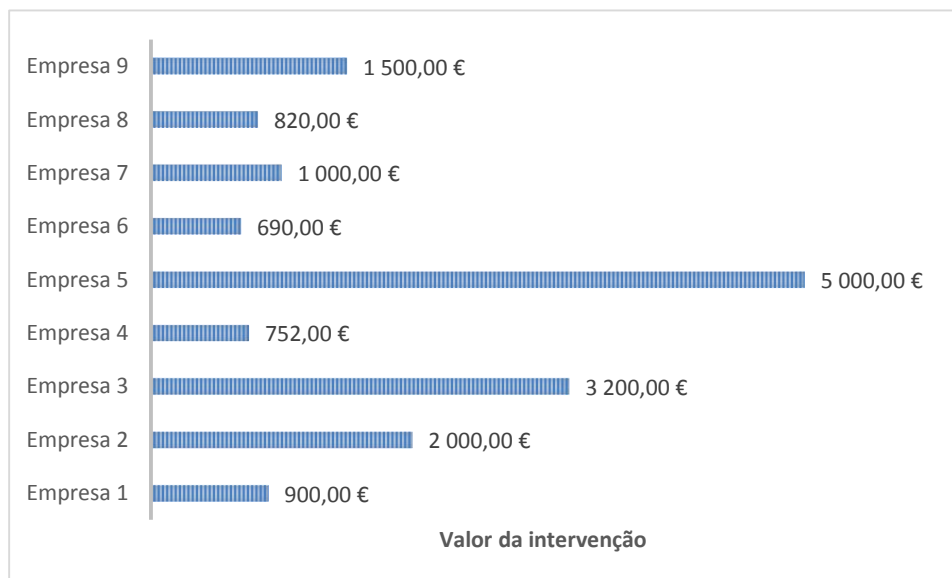


Gráfico 1- Resultados obtidos

Conclui-se assim que a questão orientadora do presente trabalho se demonstra pertinente, uma vez que o mercado reflete a inexistência de uma proposta de organização e custeamento do tipo de tarefas que se encontram no seu âmbito.

1.4. ÂMBITO E OBJETIVOS

Dada a impossibilidade de tratar todos os tipos de tarefas de reabilitação, tanto pela sua dispersão e complexidade, como pela sua extensão, a presente dissertação centra-se em elementos estruturais de madeira, nomeadamente em estruturas de cobertura. Dentro deste ainda vasto âmbito, o objetivo deste documento é o de propor uma forma clara e inequívoca de organização da informação tecnológica necessária, e através desta a parametrização dos fatores de custos e respetiva orçamentação. Não se inclui nos objetivos referidos a orçamentação exata dos fatores de custos, fornecendo dados às empresas para trabalharem, mas sim uma proposta da melhor forma de estas o fazerem: identificando os fatores que contribuem para a determinação do seu custo e a partir daí permitir chegar a uma orçamentação estruturada cujas diferenças resultam “apenas” da diferente estratégia produtiva e comercial e não de valores obtidos “a sentimento”, como se evidencia na consulta efetuada.

Para tal foi necessário, após uma breve resenha sobre conhecimentos introdutórios necessários, catalogar as principais patologias nestes elementos e propor formas de resolução. Uma vez que os fatores de projeto se encontram excluídos do âmbito da dissertação que aqui se inicia, as soluções propostas privilegiam a robustez das ligações e a transmissão eficiente dos esforços, o que não as iliba de validação através do cálculo estrutural antes de qualquer aplicação prática.

1.5. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

Toda a investigação assenta sobre um processo de recolha, seleção e interpretação de informação, tendo em vista dar resposta à questão ou questões que motivaram o seu início. A necessidade de rigor, e a possibilidade de o comprovar inequivocamente, forçam qualquer trabalho de investigação à definição do método utilizado. De facto, é este que garante a fiabilidade dos resultados obtidos bem como a consistência e utilidade das conclusões.

Segundo o trabalho de Ranjit Kumar (Kumar, 2011), podemos sistematizar o processo de investigação em oito fases, agrupadas em três níveis. A figura 5 ilustra o processo, bem como das fases que lhes estão associadas.



Figura 4 - Metodologia de investigação (Kumar, 2011)

Com a implantação deste processo, será possível obter um resultado que seja controlado, rigoroso, sistemático, verificável, empírico e crítico.

Na presente dissertação a metodologia poder-se-á classificar, quanto ao tipo de recolha de informação como mista, uma vez que haverá um grande trabalho de pesquisa bibliográfica e respetiva sistematização - apenas assim é possível tratar criticamente a informação obtida - mas também um levantamento de custos mercado e uma sistematização de rendimentos obtidos através da observação diária. Assim sendo, no que à classificação dos objetivos diz respeito, poderemos falar de um documento tanto descritivo como exploratório, dada a sua dicotomia entre a sistematização referida e a proposta real de um modelo novo de orçamentação de elementos estruturais de madeira.

1.6. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação organiza-se em cinco capítulos, sendo cada um destes divididos num número distinto de subcapítulos conforme ditou a necessidade de organização.

O primeiro capítulo enquadra a dissertação e retrata a importância atual da reabilitação urbana do património edificado tanto pelo seu valor cultural e arquitetónico como através de uma visão de impossibilidade económica de construção nova. Apresenta também a problemática da qual resulta a dissertação, bem como a sua justificação. Descreve ainda o âmbito e a motivação do autor para a sua realização.

O segundo capítulo pretende consubstanciar os conhecimentos necessários à compreensão dos capítulos seguintes. Surge assim uma resenha de conceitos importante das três grandes áreas presentes nesta dissertação: Madeira, Reabilitação e Orçamentação. Apresenta ainda uma síntese dos mais relevantes artigos científicos publicados recentemente, possibilitando a partir da sua bibliografia uma fácil pesquisa mais abrangente. É assim um capítulo informativo, baseado em pesquisa bibliográfica que nele se apresenta sintetizada e sistematizada.

No terceiro capítulo surgem descritas as patologias identificadas como mais frequentes e as respetivas propostas de resolução. Cada uma destas segue a organização proposta e parametriza os fatores de custos inerentes às intervenções sugeridas.

O quarto capítulo reflete a orçamentação das diferentes tarefas e casos, descritos no capítulo 3. Neste surgem as justificações das opções tomadas para a concretização do custeamento dos diferentes fatores produtivos. São ainda analisados os resultados, comparando valores percentuais.

Finalmente o quinto capítulo apresenta as conclusões da presente dissertação, e estabelece um ponto de partida para futuros desenvolvimentos orientados nesta tão nobre área.

2

ENQUADRAMENTO CONCEPTUAL

O presente capítulo pretende alertar o leitor para alguns conceitos necessários à total compreensão da dissertação. De modo a facilitar a organização e a leitura, este apresenta-se dividido nos três grupos de conceitos que servem de base à tese exposta: conceitos de madeira, conceitos de reabilitação e conceitos de orçamentação.

Importa no entanto referir que a forma de exposição é muito direta, pressupondo-se que o leitor se encontra familiarizado com estes temas e apenas é necessário um enquadramento. Em todo o caso o estudo mais aprofundado destes e de outros conceitos é possível através das referências bibliográficas referidas no decorrer do texto.

2.1. CONCEITOS DO DOMÍNIO DA MADEIRA

Até ao século XX, data da introdução e generalização do betão armado, a grande maioria dos edifícios tinham por base elementos de alvenaria e de madeira. Esta última apresenta-se como o melhor material para a elaboração de estruturas de coberturas e pavimentos, dada a sua abundância na natureza à qual alia as importantes características de resistência elevada, leveza e fácil ‘trabalhabilidade’. Ao invés, pelo facto de ser um material orgânico, a madeira apresenta um mecanismo de degradação muito diferente dos materiais minerais.

Outras dificuldades encontradas pelo homem ao longo da história, no que à madeira estrutural diz respeito, prendem-se com a dificuldade de obtenção de vigas com dimensão suficiente para vencer grandes vãos - uma vez que esta depende do tamanho das árvores que lhes deram origem - e com a complexidade das ligações entre elementos de madeira e entre estes e os elementos de apoio.

Atualmente, com o desenvolvimento dos derivados de madeira e das ligações industriais – metálicas e resinadas – estes problemas estão mais atenuados, não se podendo nunca considerar como inexistentes.

É então importante que o leitor detenha alguns conceitos sobre as propriedades da madeira, tipos e derivados e sobre as ligações entre elementos estruturais. Faz-se ainda neste capítulo uma breve resenha sobre as normas em vigor para estruturas de madeira, dado que o seu cálculo e dimensionamento apresenta grande importância, embora não seja objeto desta dissertação.

2.1.1. PROPRIEDADES DA MADEIRA

As propriedades de um material como a madeira, tanto químicas como físicas e mecânicas, são muitíssimo diversas, pelo que o seu conhecimento e compreensão carece de um estudo aprofundado. Não sendo a sistematização e descrição destas propriedades o objetivo da presente dissertação apenas destacamos as mais importantes na área da madeira estrutural, pressupondo a competência já adquirida pelo leitor nesta área.

Segundo (Negrão & Faria, 2009) as propriedades físicas e mecânicas mais relevantes da madeira estrutural são as que se encontram ilustradas na figura 5.

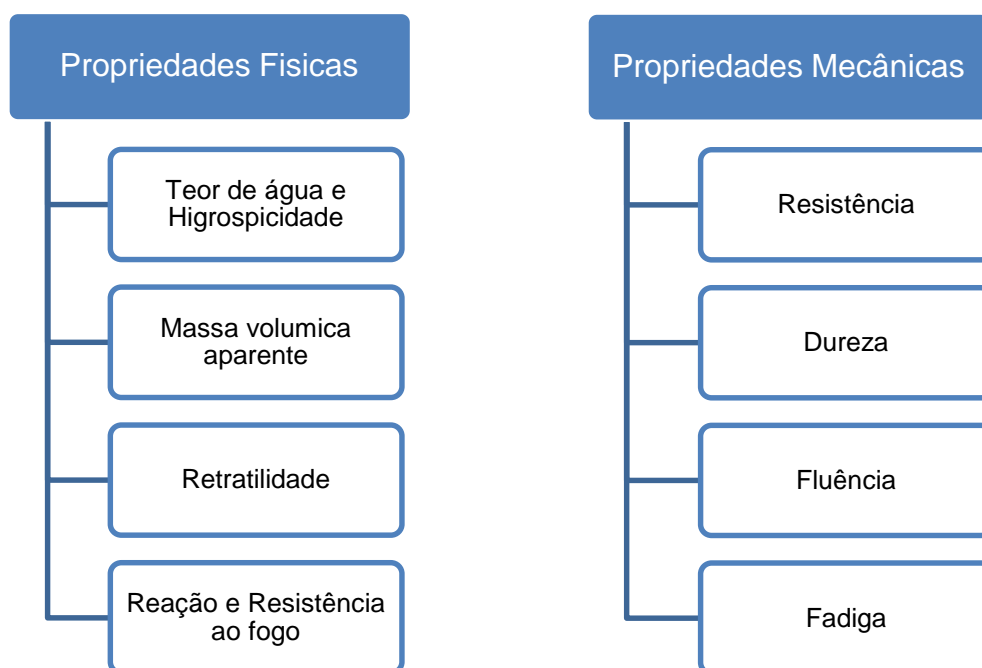


Figura 5 - Organograma de propriedades da madeira

2.1.1.1. Propriedades Físicas

- Teor de água e Higróspicidade

Segundo os mesmos autores, a água existe na madeira sob a forma de água livre, água de constituição e água de impregnação. A primeira, muito importante durante o tempo de vida da árvore uma vez que é através desta que se dá o transporte dos nutrientes, desaparece pouco tempo depois do abate. Concluído o processo de secagem da madeira, esta pode alterar o seu teor em água em função da higrometria do meio, ou seja, da combinação de humidade relativa e da temperatura ambiente – fenómeno denominado por higróspicidade. A água absorvida neste processo – água de impregnação – é responsável por alterações volumétricas da madeira, e pode alterar as características físicas e mecânicas desta. Por fim a água de constituição é parte integrante da estrutura molecular da madeira, só se libertando se houver destruição desta estrutura química.

- Massa Volúmica Aparente

Na área das madeiras, importa perceber que a densidade é normalmente considerada contabilizando os poros, ou seja, é sinónimo de massa volúmica aparente. Isto faz com que esta varie com o teor de água, o qual influencia o seu peso e o seu volume. Importa também perceber que a madeira é um material com relativamente baixo valor de massa volúmica, quando comparado com outros materiais de resistência e módulo de elasticidade semelhantes. Esta propriedade torna-a um excelente material para a realização de elementos estruturais uma vez que apresenta vantagens na relação resistência/peso.

- Retratilidade

A retratilidade representa a variação de volume desde o momento do abate até ao estado anidro. Esta propriedade depende principalmente do tipo de árvore, podendo variar entre os 5% e os 25 % (Negrão & Faria, 2009). Importa ainda salientar que a retratilidade pode ser analisada volumetricamente – sendo assim balizada pelos valores supra citados – ou através da variação segundo as três orientações espaciais. Neste tipo de análise conclui-se que a retratilidade axial é praticamente nula, e que a retratilidade tangencial é aproximadamente o dobro da retratilidade radial.

- Reação e Resistência ao fogo

É da linguagem comum que a madeira é pouco resistente ao fogo, pelo facto lógico de ser um material combustível, ao contrário da generalidade dos materiais de construção utilizados para fazer elementos estruturais. Para a discussão deste argumento importa distinguir dois conceitos: Reação ao fogo e Resistência ao fogo. A primeira trata da forma do material reagir, isto é, se é muito, pouco ou nada combustível, enquanto o segundo trata da resistência estrutural em caso de incêndio, ou seja, o tipo de rotura e o tempo até que esta se dê.

Ora no que toca à reação ao fogo, pelo facto já referido de ser um material combustível a madeira não se apresenta como um material com boa classificação – Classe M3 ou M4 conforme o tipo de madeira segundo as especificações do LNEC (LNEC, 1979). Já no que toca à resistência, o conhecimento generalizado é errado. A combustão da madeira dá-se, como é simples de compreender, por camadas. Esta propriedade aliada ao facto de as camadas interiores serem mais densas e por isso entrarem em combustão com maior dificuldade faz com que as exteriores carbonizem e criem uma ‘capa protetora’, dificultando ainda mais a combustão do cerne e da medula. Pode-se então afirmar que o desabamento de uma estrutura de madeira, para incêndio de temperatura não muito elevado se dá primeiro pela redução da secção do que pela combustão desta pelo fogo.

Assim sendo pode-se dizer que a resistência ao fogo de uma estrutura de madeira é bastante boa, uma vez que o tempo que demora a entrar em colapso é relativamente alto, podendo suportar temperaturas próximas dos 1000 °C, ao contrário de uma estrutura metálica, por exemplo, que entra em rápido colapso para temperaturas superiores aos 300 °C, devido à alteração das propriedades físicas e mecânicas dos elementos que a constituem. Os elementos metálicos podem então ser considerados o ponto fraco das estruturas de madeira no que à resistência ao fogo diz respeito.

Finalmente importa referir que a densidade torna a madeira mais resistente ao fogo, assim como o seu teor de água – apesar de este ser pouco relevante uma vez que em serviço é, usualmente, bastante baixo.

2.1.1.2. Propriedade Mecânicas

- Resistência

Para compreensão da complexidade da variação de resistência da madeira, é necessário que se compreenda a sua estrutura anatómica, dada a sua natureza heterogénea, anisotrópica, higroscópica e

orgânica. Não faz portanto sentido falar na resistência de madeira como um todo mas sim definir o tipo de solicitação e a sua direção e sentido. Pode-se então catalogar os esforços em axiais – que por sua vez podem ser de tração ou compressão, e cada um deste exercido paralela ou perpendicularmente às fibras – fletos ou de corte.

Compreendendo o ciclo de vida de uma árvore, é razoável supor que esta orienta as suas fibras para maximizar a resistência às ações a que está sujeita, nomeadamente esforço axial e momento fletor – ação do vento e da gravidade. Estes são então os esforços a que a madeira apresenta maior resistência. Importa também explicitar dois conceitos relativamente aos esforços axiais: primeiramente é de fácil compressão que a resistência é superior quando os esforços axiais são exercidos no sentido paralelo às fibras, uma vez que são estas que conferem maior resistência à madeira, em segundo lugar sabemos que a resistência a esforços axiais de tração é superior à resistência a esforços axiais de compressão, uma vez que a tração resulta num aproximar das fibras o que aumenta a coesão e a aderência.

Relativamente à resistência a esforços de flexão, como referido anteriormente, a madeira apresenta valores bastante elevados, chegando a ser próximos dos verificados para esforços de tração paralela às fibras.

Finalmente no que se refere à resistência ao corte o pensamento é inverso ao dos esforços axiais, o que conduz a uma resistência ao corte residual no sentido das fibras, mas relativamente elevada no sentido inverso. Esta propriedade é relevante no tratamento das ligações, requerendo habitualmente um reforço ao nível dos apoios.

- Dureza

A dureza, propriedade que traduz a forma como um material se desgasta ou permite a sua perfuração, tem interesse uma vez que esta é determinante para o dimensionamento do tipo de madeira a escolher. Parece então de simples compreensão que uma madeira de pavimento necessite de ser mais resistente ao desgaste do que a madeira utilizada numa asna de cobertura, logo terá de apresentar dureza superior.

- Fluência

Fluência ou resistência a cargas de longa duração traduz a redução ou perda de capacidade resistente por um elemento devido à permanência das cargas aplicadas, que pode levar à plastificação do elemento reduzindo a sua capacidade resistente. Esta propriedade, característica do tipo de madeira, é maior quanto maior o teor de água da madeira. Assim torna-se muito importante a estabilização do teor em água a que as madeiras estarão sujeitas de forma a controlar a fluência destas.

- Fadiga

A resistência à fadiga traduz a capacidade de um corpo resistir a ciclos de carga, não perdendo as suas características resistentes. Assim como na fluência, a resistência à fadiga está intrinsecamente ligada ao teor de água. Neste caso, com a diminuição deste dá-se também uma diminuição da resistência à fadiga.

2.1.2. TIPOS E DERIVADOS DE MADEIRA

Conhecidas as características da madeira de maior relevância para os elementos estruturais, importa destacar os tipos de madeira mais comuns em elementos estruturais e como evoluiu a indústria neste campo. Como é supra citado, o tipo de madeira condiciona o dimensionamento pela variabilidade de características intrínsecas.

A madeira maciça é aquela que resulta diretamente do corte de árvores, podendo aparecer em vigas redondas – características dos edifícios mais antigos – ou serradas em secções retangular – comuns em edifícios mais atuais.

Nos edifícios mais antigos e cuja estrutura ainda se mantém recuperável – aquela que apesar de necessitar de intervenção, permite que a madeira original ou parte desta se mantenha – surge com frequência madeira de carvalho e de castanho. Estas eram, assim como são hoje, consideradas madeiras nobres e eram correntemente utilizadas nos edifícios ‘mais dignos’, que dada a utilização destas espécies, nos chegam ainda recuperáveis.

Mais recentemente, apesar da tendência de utilização das madeiras nobres se manter, aparecem já edifícios com madeira de pinho nacional ou de casquinha. Estes tipos de madeira apesar de menos resistentes e duráveis eram comumente utilizadas dado o seu menor custo e maior abundância.

Atualmente importa também considerar e conhecer a indústria dos derivados de madeira, que se apresenta muito desenvolvida e com soluções economicamente muito rentáveis sem prejuízo das características resistentes dos materiais. Dentro desta, e fazendo apenas referência aos elementos utilizados para realização de elementos estruturais, há que salientar as soluções de madeira lamelada colada (GLULAM) e micro lamelada colada (LVL), *parallel strand lumber* (PSL), *laminated strand lumber* (LSL) e as vigas I. A madeira lamelada colada – que justifica o destaque pelo superior grau de utilização – é uma solução industrial que através de um processo complexo e controlado de colagem de elementos relativamente pequenos de madeira maciça cria vigas de comprimento e secção variáveis. É então óbvia que a grande vantagem destas soluções é a forma como se tornam os elementos independentes do comprimento e secção da matéria-prima, permitindo assim vencer vãos maiores e realizar secções mais robustas se necessário.

2.1.3. LIGAÇÕES ESTRUTURAIS

Dada a preponderância das ligações estruturais no dimensionamento e execução das estruturas de madeira, é relevante uma breve síntese que demonstre quais os assuntos de maior importância a estudar para melhor compreensão deste assunto.

As ligações estruturais em elementos de madeira podem dividir-se, genericamente, em três grandes grupos: as ligações coladas, ligações entalhadas e as ligações metálicas (Almeida, 2012).

Em primeiro lugar é necessário referir que, qualquer que seja o tipo de ligação, esta terá de cumprir alguns requisitos para que se possa considerar que cumpre a sua função. De entre estes requisitos, sobre os quais se aconselha um maior aprofundamento para quem dimensiona e trabalha estruturalmente estes elementos, destacam-se os da resistência – a ligação deve permitir a transferência de esforços entre elementos, não apresentando fragilidades na reação a qualquer tipo de esforço transmitido – e da deformação – a ligação deve apresentar um grau de contração da estrutura que lhe permita a deformação para a qual foi dimensionada. Neste processo deverão ser considerados os fenómenos de fluência e de aumento do volume por higrometria. É ainda relevante que se pense na rigidez uma vez que a rigidez da ligação influenciará o dimensionamento de toda a estrutura.

Detalhando cada um dos tipos de ligação, as ligações coladas são as ligações mais simples de elementos de madeira, sendo como o nome indica o resultado da aplicação de um produto de colagem – de entre os quais se destacam as resinas epóxi – entre os dois materiais que, através de uma reação complexa, ficarão quimicamente ligados. Este tipo de ligação surge muitas vezes associada a ligação entalhadas, tornando assim o resultado final mais seguro. É frequente o uso deste processo na recuperação de

elementos de madeira, quando é necessária por exemplo, a colocação de uma prótese numa asna de cobertura para substituição de uma secção degradada, colando esta aos topos dos elementos existentes.

As ligações entalhadas por sua vez são ligações cuja especificidade assenta no corte dos topos dos elementos. Sendo este o tipo de ligação mais antigo conhecido e dominado pelo Homem, apoia grande parte do seu sucesso nas forças de atrito que se desenvolvem nas superfícies em contato. Compreende-se então que este tipo de solução resolve com eficiência o problema de transmissão de esforços de compressão, sendo totalmente ineficiente se se der alteração destes. Ora é então frequente que estas ligações sejam combinadas tanto com produtos resinosos – ligações coladas – como com elementos metálicos – ligações metálicas – tornando-as ligações muito eficientes.

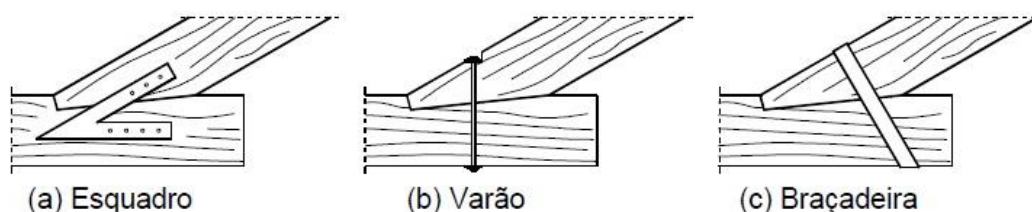


Figura 6 - Ligações entalhadas com elementos metálicos de reforço (Branco, Cruz, & Piazza, 2006)

Por fim destacam-se as ligações metálicas, sendo estas as mais importante e as mais recorrentes ligações na área das estruturas de madeira. Este tipo de ligações é também o mais variado, agrupando um conjunto muito vasto de soluções, e cuja dimensão tende a aumentar com o desenvolvimento das técnicas de intervenção em reabilitação (ver figura 6).

Dada a referida extensão de opções, os ligadores metálicos são habitualmente divididos em dois grupos: ligadores tipo cavilha e ligadores planos. Nos primeiros, normalmente submetidos a esforços de flexão e corte, a transmissão de forças é realizada através da pressão que o ligador exerce sobre a madeira, nomeadamente na superfície de furação. São exemplos de ligadores tipo cavilha os pregos, os parafusos e os agrafos. Nos ligadores planos a força é distribuída pela superfície em contato com a madeira. São exemplos de ligadores estáticos as braçadeiras, os anéis, as chapas e as placas metálicas.

Apesar de genericamente utilizados nas ligações dos elementos estruturais de madeira, são as asnas de cobertura que apresentam maior diversidade de utilização deste tipo de ligadores. As paredes e os pavimentos tradicionalmente são pregados ou raras vezes aparafusados. Nestas estruturas, para além das ligações com pregos ou parafusos, são muitas vezes utilizadas placas planas, como é disso exemplo o esquadro da figura 6. Estas servem de suporte à estrutura, tornando-a mais uniforme e reduzindo a instabilidade das ligações. Hoje em dia assistimos ainda ao apoio dos elementos horizontais de madeira em elemento metálicos, sendo estes e não os de madeira, ligados à alvenaria, contrariando assim a arte tradicional que encastrava a madeira.

Olhando para o mercado dos ligadores metálicos, e como orientação de pesquisa, destacam-se as marcas Simpson Strong-Tie e Rothoblass como grandes e mais inovadores fornecedores. Estas empresas disponibilizam não apenas materiais, mas também *software* de cálculo e formação específica de aplicação.

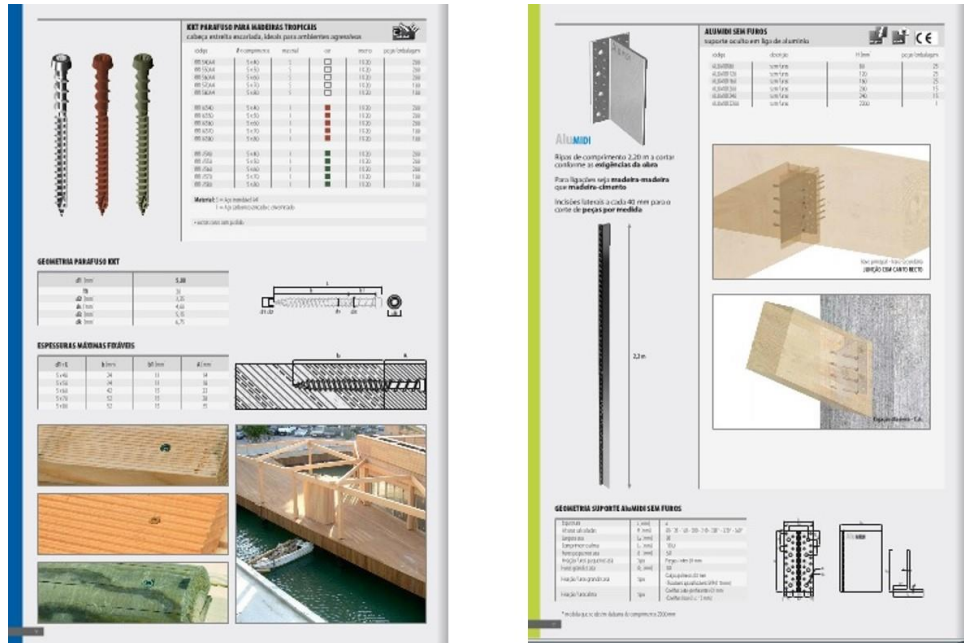


Figura 7 - Exemplo de catálogos de ligadores metálicos (Rothoblaas, 2012)

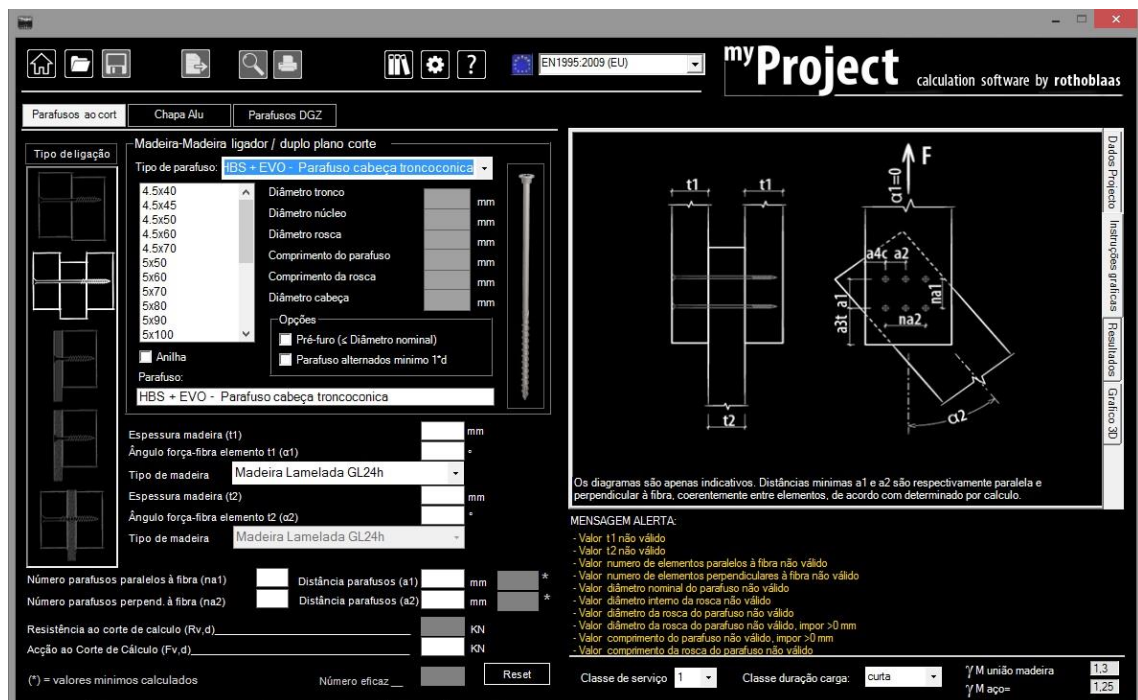


Figura 8 - Exemplo de layout de programa gratuito de cálculo de ligadores (Rothoblaas, 2012)

2.1.4. COBERTURAS

Apesar de na construção moderna a sua utilização ter caído em desuso, a utilização da madeira para materializar os elementos estruturais da cobertura era prática comum na arquitetura clássica. Segundo (Appleton, 2003), estes elementos apresentam uma evolução histórica natural, que se inicia na necessidade básica de escoamento das águas da chuva, o que conduz primeiramente a coberturas constituídas por uma única água segundo a menor dimensão do edifício.

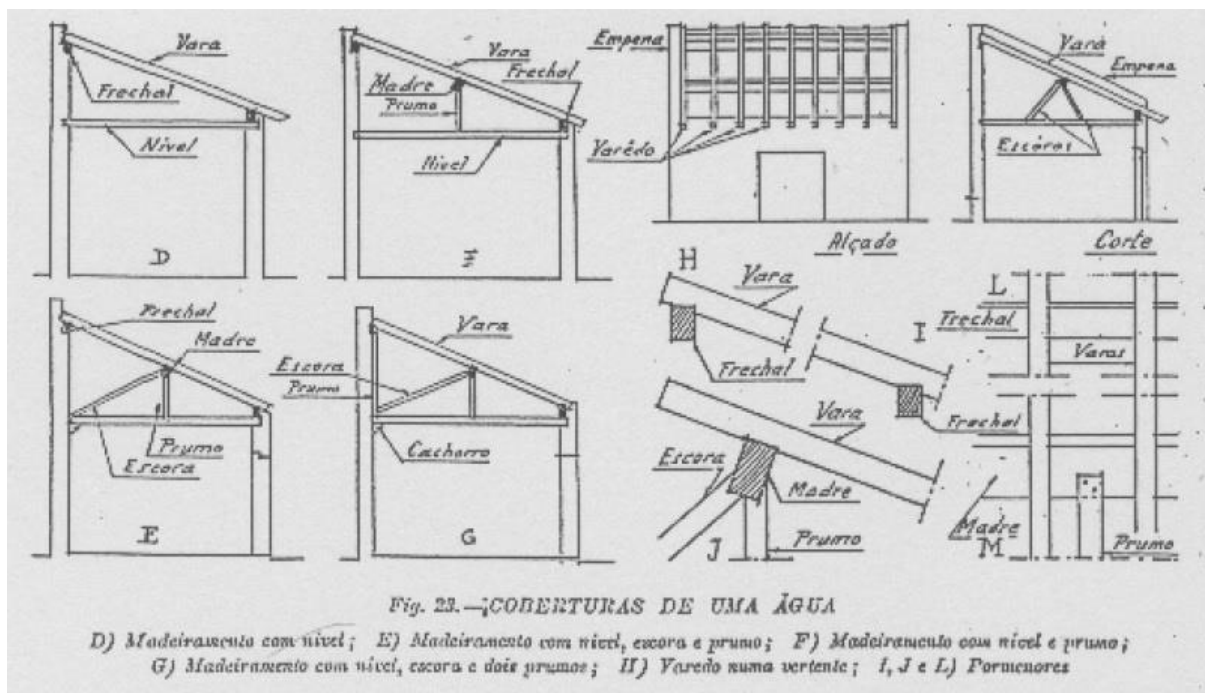


Figura 7 - Asnas de uma água (Costa F.)

À medida que os edifícios vão ganhando importância, estas estruturas evoluem para conjuntos de elementos mais complexos respondendo às exigências técnicas e estéticas dos mesmos. Surge assim o sistema construtivo constituído por asnas e travamentos, que permite vencer vãos maiores e conseguir maiores inclinações de cobertura dada a sua maior resistência estrutural, sobre o qual assenta um revestimento, habitualmente de telhas cerâmicas, com a função de escoamento das águas.

Ora tanto as asnas como os travamentos nada mais são do que elementos reticulados planos, organizados, constituídos por vigas de madeira, e que em conjunto garantem a estabilidade da cobertura às solicitações ambientais.

No que às asnas diz respeito, o modelo mais utilizado - asna simples - é constituído pelos seguintes elementos (ver figura 10):

Linha – elemento horizontal com a função de travar o afastamento das pernas devido às solicitações verticais;

Perna – elemento que se posiciona diagonalmente no plano da asna, definindo a inclinação da cobertura, ligando-se à linha e ao pendural;

Pendural – elemento vertical que define o eixo de simetria da asna, bem como o vértice da cobertura. Apresenta uma função de reforço estrutural importante, sendo ainda o elemento de ligação de todos os outros constituintes da asna.

Escora – elemento diagonal, perpendicular à perna, com função de impedir o arqueamento desta.

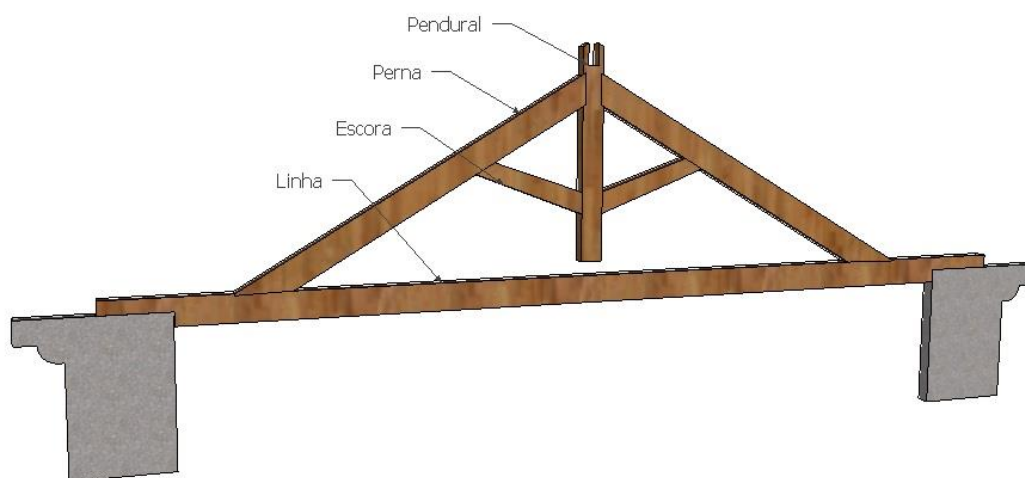


Figura 8 - Esquema representativo de asna simples

As crescentes exigências arquitetónicas, o aumento dos vãos a cobrir e a complexidade das plantas a preencher levaram ao desenvolvimento de diversos modelos de asnas, sendo que o comportamento estrutural de todos eles se assemelha ao do modelo simples. Importa ainda referir que este, para além do mais utilizado pela sua simplicidade de construção, é também o que conduz a uma cobertura mais económica. A figura seguinte representa alguns dos modelos de asnas que se podem encontrar nas casas burguesas nacionais.

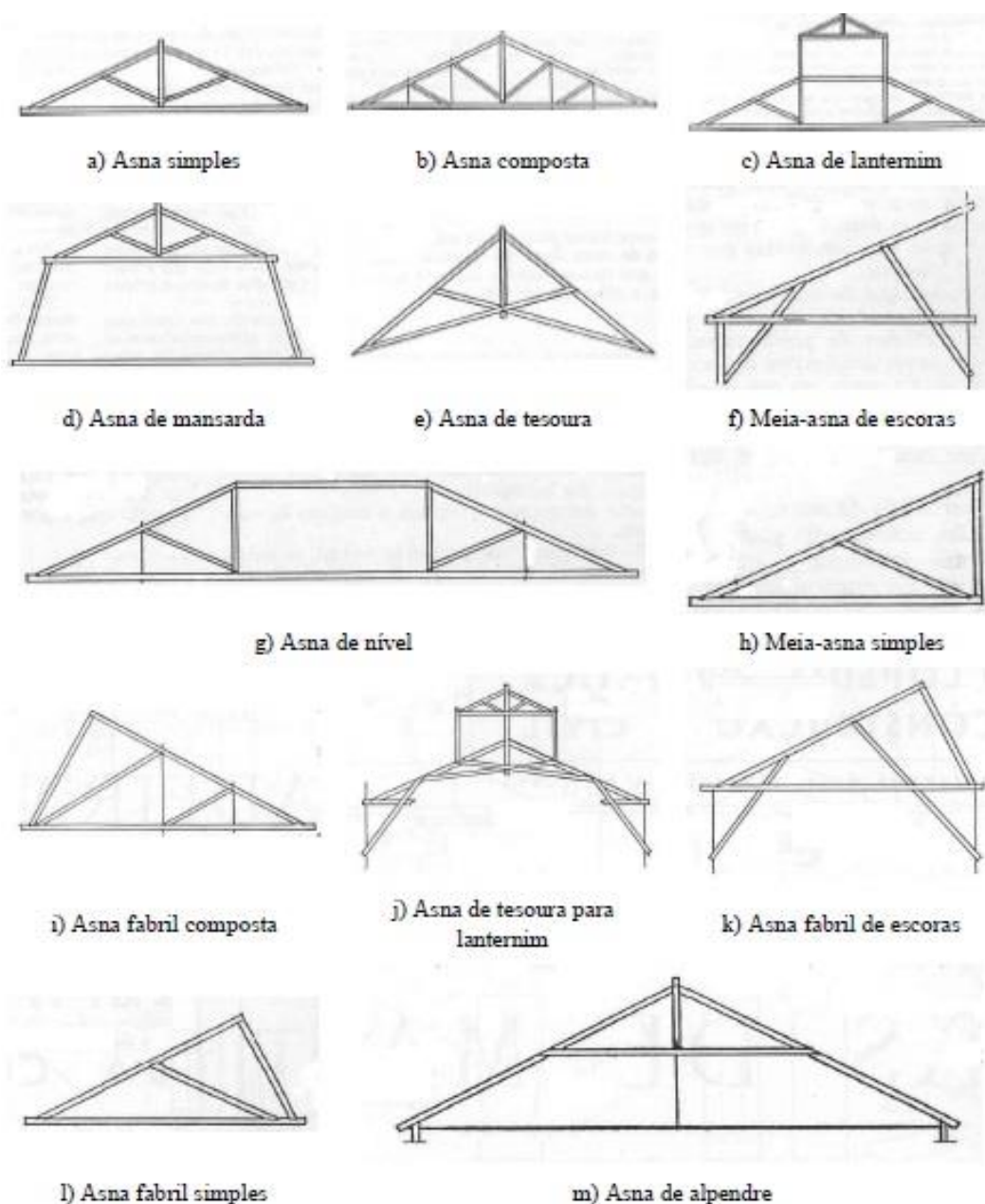


Figura 9 - Tipos de asnas (Costa F.)

2.1.4. NORMAS

Como forma de concluir a síntese de conceitos sobre madeira, parece importante referir a existência de normas de cálculo para este tipo de estruturas. Não sendo objetivo da presente dissertação o estudo estrutural dos elementos referidos, apenas se chama a atenção para a necessidade de qualquer profissional da área conhecer as normas, nomeadamente o Eurocódigo 5, para que a sua avaliação seja rigorosa e eficaz.

Importa perceber, para enquadramento destas normas, que historicamente Portugal nunca teve qualquer legislação que sequer orientasse os mestres carpinteiros e os projetistas sobre as dificuldades deste tipo de estruturas e as suas especificidades. As ‘regras da boa arte’ eram passadas verbalmente e assim se foram gradualmente perdendo ou alterando.

Surge então a nível europeu, com o objetivo de uniformizar o dimensionamento de estruturas de madeira, o eurocódigo 5, que apresenta uma abordagem de cálculo e verificação de segurança muito aproximada daquela que é seguida para as estruturas de betão.

Ora este tipo de análise é muito benéfica para os projetistas, uma vez que se encontram naturalmente familiarizados com esta forma de trabalho, mas é necessário salientar três dificuldades que as estruturas de madeira apresentam e que, sem a sua análise rigorosa, se podem cometer erros muito significativos (Negrão & Faria, 2009):

- Dificuldade em conceber a forma de montagem das peças, dada a anisotropia da madeira;
- Dificuldade do cálculo das ligações, e da influência que estes têm nos esforços a que a peça está submetida;
- Dificuldade de escolha do modelo de cálculo, dado que este depende das ligações.

Importa também salientar que em qualquer caso se poderão desprezar a higroscopicidade da madeira, isto é, a sua variação de volume devido à temperatura e à humidade relativa, e ainda a vibração da estrutura (estado limite de utilização).

2.1.5. SÍNTESE BIBLIOGRÁFICA

Dada a velocidade de propagação do conhecimento e a consequente quantidade de informação disponível a cada momento, importa conhecer as fontes de informação relevantes, ou seja, as que garantem a fiabilidade e a atualidade da informação consultada. Assim entende-se que uma breve síntese bibliográfica referente a cada um dos temas centrais da presente dissertação seria não apenas útil para o leitor como essencial para a fundamentação e sustentação científica do documento.

A bibliografia sobre madeira enquanto material de construção encontra-se muito dispersa um vez que não existe nenhuma revista científica reconhecida sobre este tema. Os investigadores desta área publicam em revistas de diversas áreas, principalmente as de engenharia de estruturas. Apesar disto decorre de dois em dois anos a WCTE (*World Conference on Timber Engineering*) que agrega comunicações na área da engenharia de madeira nos mais variados campos. A lista de temas pretende então organizar este tão extenso mundo de conhecimento subdividindo-o em matérias tão diversas que vão desde a engenharia sísmica até à reciclagem, passando pela resistência ao fogo, as ligações estruturais, os derivados de madeira e até a reabilitação – apesar desta última ainda não ser um tema com grande desenvolvimento, apresentam-se já alguns estudos de casos práticos.

Assim, analisamos as comunicações dos WCTE 2008 – Miyazaki, Japão, 2010 – Trentino, Itália e 2012 – Auckland, Nova Zelândia dentro do objeto da presente dissertação. Foram ainda pesquisadas as maiores revistas internacionais, entre as quais a *Journal of Structural Engineering*, *Advanced Materials Research*, *Construction and Building Materials*, *Wood Science and Technology* e a *Forest Chemical Review*.

Seguidamente resumimos os mais relevantes e mais referenciados dentro dos conceitos supramencionados. Importa lembrar que a leitura destes resumos não dispensa uma análise detalhada dos artigos em questão, bem como a análise da bibliografia de cada um destes.

2.1.5.1. *Advanced wood engineering: glulam beams* (Issa & Kmeid, 2004)

A madeira lamelada colada, com já referido apresenta inúmeras vantagens e por isso tem sido um material muitíssimo utilizado na substituição de vigas de madeira maciça ou na construção de elementos estruturais de madeira. Para que esta utilização seja responsável é necessário o estudo deste material, essencialmente aos momentos fletores, uma vez que são estes os que poderão ser mais problemáticos

quando se trata de uma material colado. Neste artigo (Issa & Kmeid) estudam o comportamento à flexão de vigas reforçadas e não reforçadas. Concluem, como se compreende facilmente, que as vigas reforçadas apresentam melhores resultados mas é de salientar que os resultados obtidos para vigas não reforçadas se apresentam como muito aceitáveis para a utilização em edifícios correntes. Ainda assim aconselham ao reforço destas com chapas metálicas ou com polímeros reforçados com fibras de carbono (CFRP) – dentre estas destaca-se o reforço com CRFP dado que pode ser aplicado por um homem apenas e é uma tecnologia que se aplica sobre toda a viga, não existindo pontos fracos na ligação. Não são estudadas neste artigo outras formas de ligação.

Atualmente estão também desenvolvidos sistemas de utilização do sistema CRFP para pré-esforçar as vigas lameladas, sobre o que recomendamos também a leitura do artigo *Prestressing Systems for Timber Beams* (Negrao, 2012)

2.1.5.2. *State-of-the-art review on timber connections with glued-in steel rods* (Tlustochowicz, et al., 2011)

(Tlustochowicz, et al.) apresentam uma revisão bibliográfica das ligações coladas com varões de aço que é de grande interesse por dois motivos essenciais: em primeiro lugar pelo facto de ser uma revisão bibliográfica, disponibilizando assim num artigo único o conhecimento deste tema até à data de publicação, em segundo lugar pelo facto de a ligação com varões de aço ser uma das técnicas mais utilizadas e mais importantes no ramo do reforço estrutural de elementos de madeiras e da ligação de próteses novas no reforço de estruturas existentes.

2.1.5.3. *A review of factors influencing the durability of structural bonded timber joints* (Custódio, J., et al., 2008)

As ligações estruturais coladas têm desempenhado um papel essencial no desenvolvimento e crescimento da reabilitação e reparação de estruturas de madeira, dada a simplicidade da sua utilização face a outros tipos de ligação. A capacidade de um conjunto estrutural para manter um desempenho satisfatório a longo prazo, muitas vezes em ambientes severos, é um requisito importante de uma junta estrutural, da mesma forma que o conjunto da estrutura deve ser capaz de suportar cargas de projeto, em condições de serviço, para o tempo de vida previsto. Este artigo sistematiza uma série de fatores que determinam a durabilidade destas ligações estruturais que podem ser agrupados em três categorias: meio ambiente, materiais e tensões. O ambiente pode ser dividido em temperatura e humidade. A categoria de materiais inclui a madeira, o produto de colagem e a interface entre os dois. A última categoria refere-se às tensões a que o vínculo é submetido durante ou após a exposição ao ambiente de serviço, afetando tanto a longevidade como a força residual. Dada a dispersão de informação este trabalho vai se concentrar brevemente sobre cada um dos fatores acima mencionados, proporcionando, assim, uma compreensão geral sobre os fatores que influenciam a durabilidade das juntas de madeira coladas.

2.2. CONCEITOS DE REABILITAÇÃO

Concluída a síntese conceptual sobre o material madeira, é também importante que seja feita uma breve resenha sobre os conceitos fundamentais da área da reabilitação, uma vez que é sobre esta área que recai a problemática da presente dissertação.

É primeiramente necessário distinguir claramente os conceitos de manutenção e de reabilitação de edifícios (Calejo, 1996). Segundo este autor, a manutenção apresenta-se como o ato de intervenção num

edifício em serviço, recuperando este ou partes deste para o nível de desempenho inicial, o que pressupõe que não são alteradas nem otimizadas as soluções existente. Já o domínio da reabilitação explora os edifícios ou partes destes em que o seu desempenho se encontra já fora do limiar de aceitação. Trata-se portanto de, mais do que repor a solução inicial, a repensar e atualizar. Ora a reabilitação pode então ser vista como o ato ou processo de possibilitar um uso eficiente e compatível de uma propriedade, edifício ou estrutura, através de reparações, alterações e acrescentos, preservando ao mesmo tempo, as partes ou características que traduzem o seu valor histórico, cultural e arquitetónico (Cóias, 2006). Podemos ainda assistir a uma beneficiação durante o processo de reabilitação, isto é, verificar-se a melhoria do nível de serviço do edifício acima dos requisitos atuais tornando-o melhor e mais durável. A figura 12 pretende esquematizar estes conceitos, comparando-os.

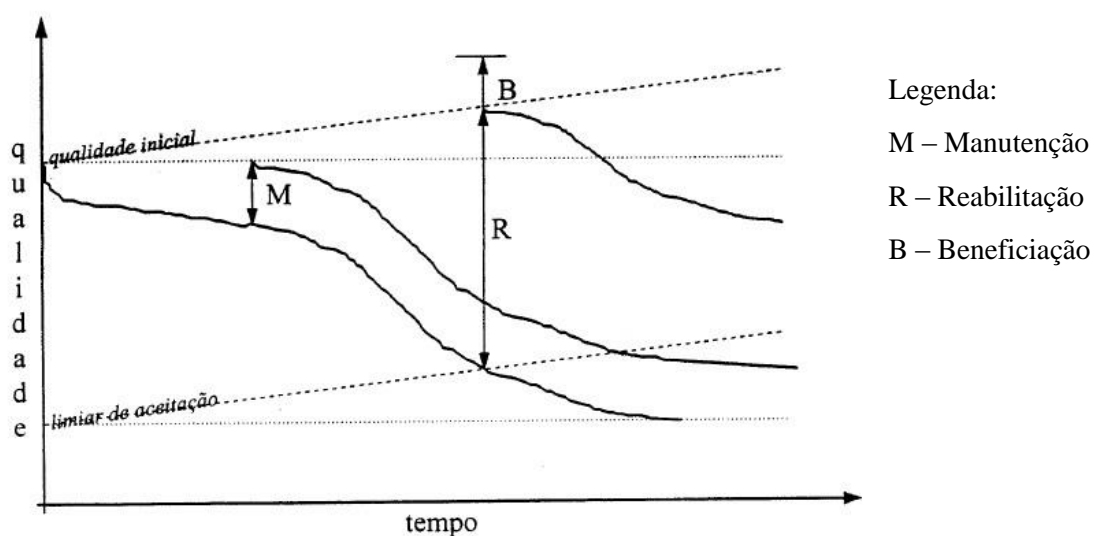


Figura 10 - Conceitos de manutenção e reabilitação de edifícios (Calejo, 1996 adaptado)

Assimilada a diferença entre estes dois conceitos fundamentais podemos segundo (Cóias, 2006), dividir as intervenções de reabilitação em três níveis, dos quais o primeiro é explorado neste documento, dada a sua pertinência na compreensão da dissertação.

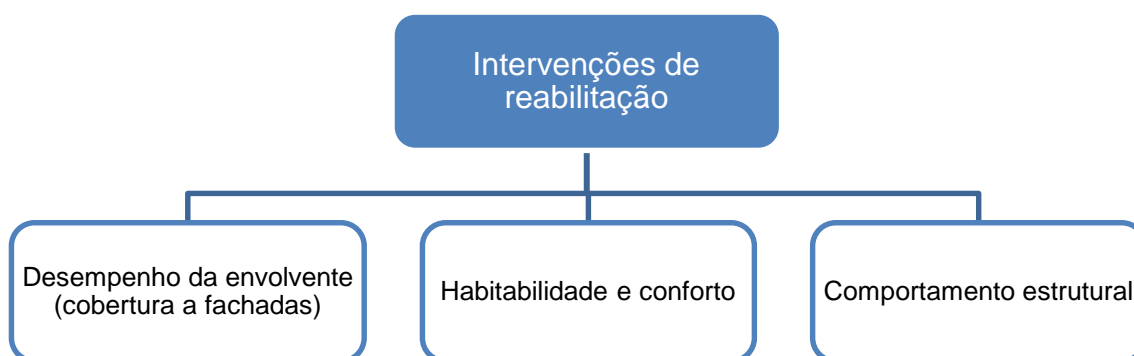


Figura 11 - Tipos de intervenções de reabilitação

O comportamento estrutural diz respeito em primeira instância à segurança de pessoas e bens pelo que, deveria ser aquele que mereceria maior destaque. Infelizmente tal não se verifica dada alguma dificuldade de compreensão do problema, desconhecimento da forma de execução usado para casos tradicionais e da ideia errada mas generalizada de que é economicamente mais viável a remoção do existente seguida da alteração de solução.

Para finalizar esta segunda síntese de conceitos fundamentais, é importante compreender a diferença entre a reabilitação destrutiva e a reabilitação não destrutiva ou adaptativa. A primeira visa o cumprimento mínimo da legislação de urbanização, mantendo os elementos obrigatórios – em geral a fachada confrontante com a via pública – e demolindo os restantes, reconstruindo tudo. A segunda, a qual defendemos e na qual baseamos toda a análise desenvolvida, compreende a reabilitação como uma atualização do edificado, mantendo os elementos que garantam a capacidade de desempenhar as funções para as quais foram pensados, alterando ou consertando os que a isso se disponham e adicionando aqueles que as necessidades de conforto atuais exigem – não alterando com isto a arquitetura ou a harmonia da construção original. Assim é relevante para esta visão compreender o conceito de autenticidade. A autenticidade, conceito genericamente conhecido, é importante na reabilitação adaptativa visto que neste contexto trata não apenas da manutenção das soluções, como do problema de semelhança dos materiais. A importância da autenticidade neste tipo de empreitadas condiciona ainda a mão-de-obra das empresas, obrigando à especialização de mão-de-obra e à multidisciplinariedade do conjunto.

2.2.1. SÍNTESE BIBLIOGRÁFICA

A análise bibliográfica referente à reabilitação também aparece dispersa nas revistas científicas, mas mais concentrada nas diferentes conferências. Como base de pesquisa, acrescenta-se uma pesquisa às três mais relevantes conferências nesta área da reabilitação: SAHC (*Conference on Structural Analysis of Historical Constructions*), SHATIS (*Internacional Conference on Structural Health Assessment of Timber Structures*) e ainda PROHITECH (*International Conference on Protection of Historical Buildings*). A informação surge assim em grande número e o presente capítulo pretende, como já vem sendo referido, alertar para alguns dos artigos que apresentam maior relevância para esta dissertação, o que não pretende tirar mérito algum às demais comunicações. Reafirma-se também que a síntese apresentada em nenhum momento substitui a leitura integral do artigo.

Importa ainda salientar a pesquisa efetuada através do ICOMOS (*International Council on Monuments and Sites*) que permitiu de forma mais expedita compreender quais as revistas e conferências que melhor tratam o presente tema

2.2.1.1. *Construction and Assessment Of a Heritage Australian Timber-Framed Store Building* (Nolan, G. & Shanks, J., 2012)

Este artigo apresenta de forma muito interessante os resultados da avaliação física e estrutural de um dos mais antigos edifícios de madeira da Austrália, tendo como particularidade interessante a abordagem aos dois tipos de elementos de madeira mais comuns: as coberturas e os pavimentos. Este descreve inicialmente o tratamento e escolha da madeira, os métodos de construção utilizados no século XIX e ilustra os sucessos e insucessos destes. Posteriormente refere a avaliação atual dos edifícios, sendo esta informação o centro do artigo. Por fim, fornece orientações para a recuperação e manutenção deste tipo de estruturas no futuro.

2.2.1.2. *Autobiography of a Beam* (Vegas, F. et al., 2012)

A história de um edifício é a história dos seus elementos construtivos. Assim, substituir um elemento histórico deve ser a última opção, ponderada apenas depois de tentar reparar ou reforçá-lo para novos usos. Este artigo conta a história de vida de uma viga de suporte de madeira, de uma antiga torre, desde a sua construção original, história, modificações e patologias até à sua recente restauração, projetada pelos autores. Esta, seriamente afetada por um ataque de térmitas, foi reparada com uma prótese de madeira semelhante. Algumas das vigas históricas cujo comprimento também foi encurtado por podridão da madeira foram reparadas com próteses e ligadores metálicos para as apoiar nas paredes. Este artigo demonstra assim uma análise prática da reabilitação não destrutiva de um edifício histórico com a pormenorização de diferentes agentes de destruição e diferentes técnicas de tratamento.

2.3. CONCEITOS DE ORÇAMENTAÇÃO

Com o objetivo de sistematizar os fatores de custo de trabalhos de estruturas de madeira, e de orçar os mesmos, o presente capítulo termina com uma síntese do método de orçamentação do LNEC, comumente utilizado em engenharia civil, e ainda com um breve tópico sobre o PRONIC – Protocolo de Normalização da Informação Técnica da Construção, uma vez que é sobre a base de dados deste que a estruturação seguida nesta dissertação realizada, atualizando-a e desenvolvendo-a.

2.3.1. MÉTODO DE ORÇAMENTAÇÃO LNEC

Com a primeira publicação datada de 1968, a série ‘Informação sobre custos’ do LNEC, onde constam fichas de rendimento de operações correntes de construção e respetivos custos, apresenta um método de orçamentação de tarefas simples que tem servido de base a todas as áreas da engenharia civil. Esta série, já tem diversas atualizações e desenvolvimentos, datando a última de 2007 (Manso, et al., 2007). O método referido assenta sobre dois conceitos simples, mas de crucial importância em matéria de orçamentação: fatores produtivos e rendimentos.

Os fatores produtivos das tarefas de construção são materiais, mão-de-obra e equipamentos, e o seu conhecimento e especificação é, apesar de trabalhoso, incontornável com vista a uma correta especificação da tarefa. Importa salientar que para tarefas de reabilitação, as quais não estão desenvolvidas na série supra citada, a mão-de-obra é especializada e muito variada.

Conhecidos os fatores produtivos há que identificar rendimentos, apresentando-se a sua determinação como a maior dificuldade do método LNEC, mas também residindo aqui o seu maior interesse. Este conceito, que pode ser aplicado a todos os fatores produtivos, é de complexa determinação quando relacionado com a mão-de-obra, uma vez que dificilmente é constante dada a influência das condições de trabalho, das condições atmosféricas, da eficiência do operário, entre outros. Os rendimentos de materiais, a menos de uma taxa de quebras e desperdícios, podem ser considerados constantes. Já com os equipamentos, verifica-se quer uma situação igual à da mão-de-obra, quer muito semelhante à dos materiais, ou seja, permanece constante a menos de uma taxa de produtividade. Assim as fichas de rendimentos apresentam-se como um guia, sobre o qual a empresa deve trabalhar, adotando os seus rendimentos próprios e assim prevendo custos de tarefas complexas (Bezлга, 1984).

2.3.2. PRONIC

O PRONIC – Protocolo de Normalização da Informação Técnica da Construção – é um projeto em curso desde 2006 cujo objetivo principal é desenvolver uma base de dados integrada de conteúdos técnicos credíveis, em suporte informatizado e acessível, que possa servir de referencial para todo o setor da construção (WIQI GEQUALTEC, 2014).

Esta plataforma de informação, financiada pelo estado português e desenvolvida por um consórcio formado pelo IC-FEUP (Instituto da Construção – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto), pelo INESC Porto (Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores do Porto) e pelo LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil), desenvolve-se nas vertentes de edifícios e infraestruturas. A vertente dos edifícios – mais desenvolvida dado o maior interesse estatal nesta matéria – engloba as classes de construção nova e reabilitação, sendo sobre esta última que incide o trabalho desenvolvido na presente dissertação.

Em termos de organização, a plataforma PRONIC assenta numa estrutura de desagregação dos trabalhos, permitindo assim englobar cada pequena tarefa em capítulos e subcapítulos, de forma a facilitar a pesquisa e a sistematização na produção de mapas de trabalhos e quantidades.

É então necessário definir, para cada tarefa, os fatores produtivos necessários à sua realização bem como um referencial de rendimentos para estes sabendo que, no que ao rendimento de mão-de-obra diz respeito, este deverá ser posteriormente atualizado pelas empresas que disponham dos seus dados para o fazerem.

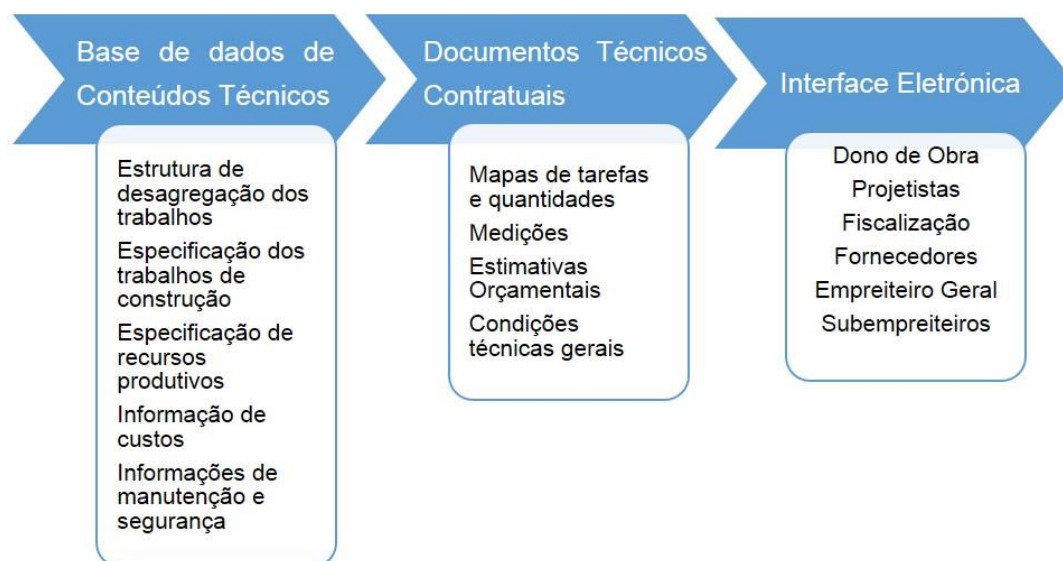


Figura 12 - Fluxo de Informação PRONIC

Dá-se ainda nota para a utilização de uma base dados muito completa, criada e disponibilizada pela empresa 3M2P e sobre a qual se trabalhou para fundamentar os rendimentos obtidos. Esta base de dados - cuja utilização é exclusiva da empresa criadora - apresenta com certeza o número de horas de trabalho de cada trabalhador, permitindo assim calcular os rendimentos de cada tarefa com bastante rigor.

2.3.3. SÍNTESE BIBLIOGRÁFICA

No que diz respeito à orçamentação, e por mais profunda que fosse a pesquisa realizada a verdade é que não foi encontrada nenhuma revista, conferência, artigo ou mesmo comunicação que pretendesse dar luz à problemática da orçamentação de reabilitação de estruturas de madeira. Esta ausência torna a elaboração da presente dissertação mais complexa mas também mais necessária e assim também mais motivadora para o autor.

3

TECNOLOGIA DE ESTRUTURAS DE MADEIRA

O presente capítulo surge como base de trabalho de toda a problemática da dissertação. Afinal nenhum problema de engenharia pode ser discutido sem que exista previamente um entendimento da tecnologia necessária à sua boa resolução – é convicção do autor que o verdadeiro problema na orçamentação de trabalhos de reabilitação em coberturas de madeira tem origem na dificuldade das empresas em compreenderem as diferenças entre as várias intervenções, levando à generalização da tarefa ‘recuperação de asna de cobertura’ que se torna apenas dependente de duas variáveis: tipo e quantidade de madeira a aplicar. Este erro torna o mercado muito pouco seguro para quem compra, muito pouco atrativo para quem orçamenta com razoabilidade e muito prejudicial financeiramente para quem propõe orçamentos que não refletem a verdadeira complexidade da intervenção.

Parece então importante dividir esta base de trabalho em dois subcapítulos. O primeiro trata das tarefas de carácter geral, ou seja, que se aplicam a praticamente todas as intervenções e que por isso devem ser tidas em conta, não apresentando no entanto grande variabilidade. Por sua vez o segundo subcapítulo descreve casos reais de intervenções, posteriormente orçamentados. O leque de casos descritos pretende cobrir a generalidade das intervenções mais comuns neste tipo de estrutura, sabendo à partida que a variabilidade destas torna complexo poder afirmar que nenhum tipo de intervenção será deixada de fora. Dado o objetivo prático da presente dissertação, em todos os casos, são definidas as suas variáveis – tipo de madeira, secção, tipo de ligadores, etc – bem como listados os seus recursos produtivos – materiais, mão-de-obra e equipamentos.

Todo este capítulo foi desenvolvido com base no livro *Intervencion en Estructures de Madera* de Francisco Arriaga, (Arriaga, et al., 2002) e na dissertação de mestrado de Miguel Lopes intitulada *Tipificação de Soluções de Reabilitação de Estruturas de Madeira em Coberturas de Edifícios Antigos* (Lopes, 2007).

3.1. TAREFAS DE CARACTER GENÉRICO

Como anteriormente referido, o presente subcapítulo pretende resumir as tarefas de carácter genérico, ou seja, aquelas que se aplicam na generalidade das operações de reabilitação de estruturas de madeira, o que as torna essenciais mas repetitivas. No âmbito da presente dissertação, identificam-se quatro grupos de tarefas que se enquadram na definição acima: os meios de elevação e suporte, a limpeza, os tratamentos preventivos e os tratamentos curativos.

Dentro destes importa apenas referir que, exceção feita aos tratamentos curativos que apenas se aplicam no caso de existir uma patologia provocada por agentes bióticos, os restantes realizam-se em todas as operações de reabilitação de estruturas de madeira.

3.1.1. MEIOS DE ELEVAÇÃO E SUPORTE

Os meios de elevação e suporte, apesar de englobados no mesmo grupo de tarefas para mais simples organização, apresentam uma natureza diferente que tem a ver com o objetivo da sua instalação em obra: como o nome indica os meios de elevação têm como objetivo a elevação de materiais, pessoas e equipamentos, permitindo a realização de trabalho a uma cota mais elevada. Por sua vez os meios de suporte pretendem substituir temporariamente os apoios da estrutura, permitindo assim que estes sejam alvo de intervenção sem riscos de colapso.

Torna-se assim evidente a necessidade destes meios no auxílio das tarefas de reabilitação, nomeadamente em intervenções em estruturas de cobertura.

Entre os meios de elevação é importante distinguir os dois mais utilizados, e que para as operações abrangidas pela presente dissertação são os únicos economicamente rentáveis: andaime e a plataforma elevatória. Sem grande necessidade de explicação tecnológica, é de simples compreensão a maior rentabilidade emprestada à mão-de-obra da tarefa pela plataforma elevatória uma vez que esta permite não só a movimentação no terreno como em altura. Em todo o caso o custo deste equipamento é elevado, razão pela qual grande parte dos construtores optam por andaimes, uma opção que nos parece razoável dado que estes tendencialmente possuem o equipamento transformando assim o seu custo em pouco mais do que horas de mão-de-obra em montagem e desmontagem. Acresce a este, o facto de as distâncias e as movimentações necessárias para estas operações serem pequenas no espaço de tempo da intervenção.

O sistema de suporte ou escoramento não apresenta complicações relevantes, sendo habitualmente materializado por escoras metálicas que apoiam a estrutura no solo ou num piso intermédio com capacidade de receção das cargas e sua distribuição.

Fica assim claro que, tanto a elevação da área de trabalho como o escoramento da estrutura, apresentam-se como tarefas simples mas absolutamente decisivas no processo de intervenção em estruturas de cobertura, que não podem ser esquecidas para a execução nem mesmo para o orçamento, uma vez que se apresentam percentualmente preponderantes no valor final deste.



Figura 13 – Andaime de apoio à construção de asna na rua de Miraflor



Figura 14 – Escoramento de cobertura na rua Mouzinho da Silveira

3.1.2. LIMPEZA GERAL

A limpeza das estruturas de madeira a intervencionar tem um papel fundamental no decorrer dos trabalhos uma vez que funciona como inspetor da própria estrutura – no caso de não serem efetuados outro tipo de ensaios de inspeção, o que acontece na maioria das intervenções. Esta consiste na lixagem geral da estrutura e na retirada de toda a madeira degradada e sem utilidade estrutural e poderá ser realizada manual ou mecanicamente, através da utilização de uma broca específica para este tipo de operação o que aumenta a produtividade da tarefa. No caso de se optar pela sua utilização é importante salientar que, se um elemento estiver totalmente degradado, nenhuma secção será resistente ao trabalho da broca podendo comprometer a segurança se o escoramento não estiver bem instalado.

Assim, a limpeza de toda a estrutura deverá ser a primeira tarefa a realizar a partir do momento em que os meios de elevação e suporte estejam montados.

3.1.3. TRATAMENTOS

No mercado atual existe uma infinidade de produtos com o objetivo de tratar a madeira, contra os mais diversos problemas. A presente dissertação foca os tratamentos contra agentes bióticos, uma vez que são aqueles que condicionam as operações de reabilitação, originando a sua necessidade. Estão portanto excluídos do seu âmbito os tratamentos ao fogo e as pinturas de acabamento, os quais ainda assim se propõe que sejam estudados. O subcapítulo que aqui se inicia pretende apresentar e caracterizar os agentes bióticos mais comuns, bem como a melhor forma de os eliminar e de evitar novo contágio.

3.1.3.1. Agentes Bióticos

Considera-se agente biótico de degradação da madeira todo o ser vivo que, durante o seu ciclo de vida, altere as propriedades da madeira em questão, degradando-as. Dentro destes podemos distinguir as bactérias, as algas e os organismos xilófagos, sendo estes últimos responsáveis pela grande maioria dos casos de patologias em estruturas de madeira – razão pela qual apenas estes serão objeto de análise na presente dissertação.

O nome Xilófago provem do grego *Xilo* que significa madeira e *fago* que significa alimento, surgindo assim como uma tradução quase literal para organismos que se alimentam desta. A figura 17 sintetiza de forma simples os três tipos destes organismos e respetivos subtipos.

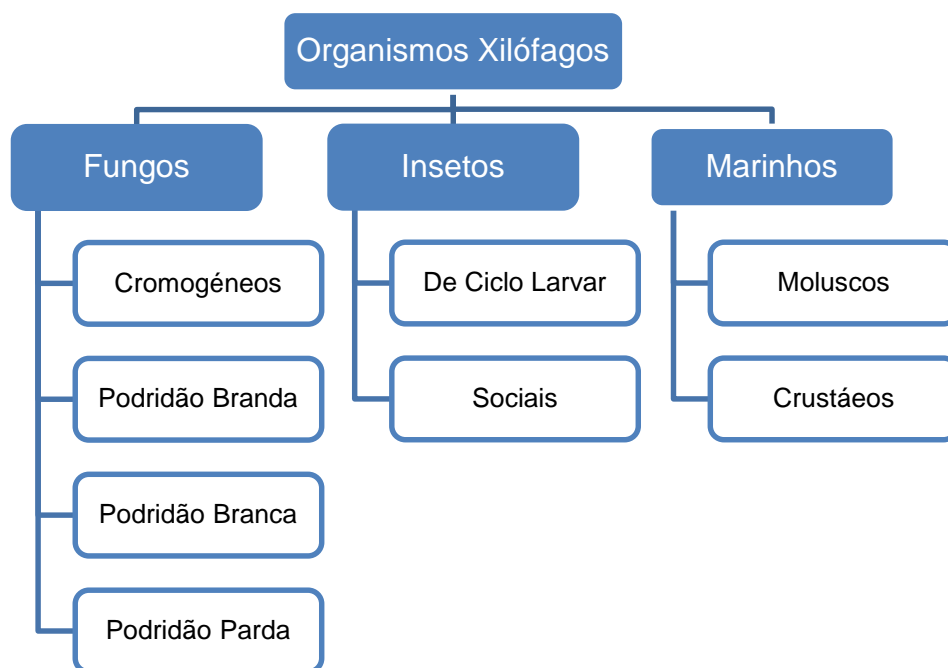


Figura 15 - Organismos Xilófagos [baseado em (Faria J. , 2003)]

a) Fungos

Os fungos são microrganismos do reino vegetal, de estrutura celular muito primitiva e que se alimentam sempre de matéria morta. Dada a estrutura, estes não apresentam elevada resistência às condições climáticas, pelo que o seu desenvolvimento pressupõe níveis de temperatura e humidade relativa. Considera-se que as condições ótimas de temperatura para o desenvolvimento destes seres se situa entre os 23 e os 30°C, não existindo abaixo dos 4 e acima dos 40. No que à humidade relativa diz respeito as condições ótimas situam-se entre os 35 e os 50%, não podendo estar abaixo de 20%. Conclui-se portanto que a existência de boa ventilação e a inexistência de entradas de água são princípios construtivos chave para evitar a proliferação deste tipo de patologia (Silva, 2008).

De entre os quatro tipos de fungos apresentados, importa separar os cromogéneos, ou bolores, dos fungos de podridão uma vez que os primeiros não são destrutivos da madeira, ao contrário dos segundos. De entre os fungos de podridão – ordenados por ordem de perigosidade na figura 17 – salienta-se a degradação causada pelos fungos de podridão parda.

Segundo (Arriaga, et al., 2002) esta degradação atinge o exterior da madeira quando esta já perdeu cerca de 20% do seu peso, o que corresponde a uma redução da capacidade resistente entre os 80 e os 95%.

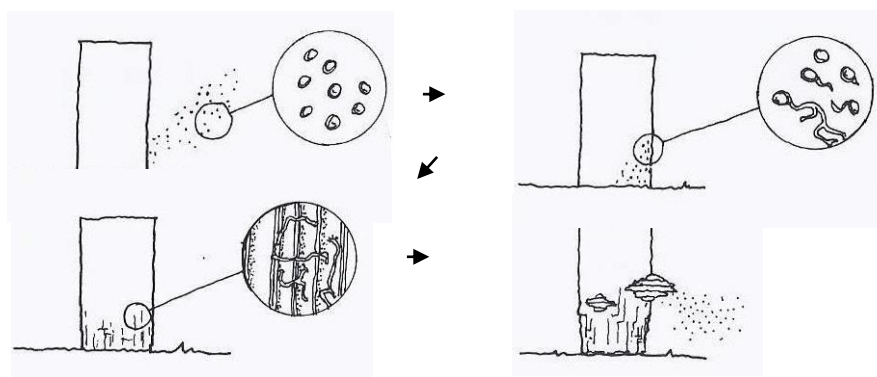


Figura 16 - Ciclo de vida dos fungos (Arriaga, et al., 2002)

b) Insetos

Os insetos xilófagos, seres vivos do reino animal com uma complexidade superior aos fungos, podem ser divididos em dois grupos, com demonstra a figura 17: insetos de ciclo larvar e insetos sociais.

Os insetos de ciclo larvar, de entre os quais os mais comuns são o caruncho pequeno (*Anobium Punctatum De Geer*) e o caruncho grande (*Hylotropes Bajulus L.*), caracterizam-se por utilizarem a madeira como meio de suporte ao seu ciclo reprodutor, depositando nos seus orifícios ovos invisíveis ao olho humano. Após a eclosão destes, as pequenas larvas alimentam-se da madeira até atingirem porte suficiente para voar, degradando-a gravemente.

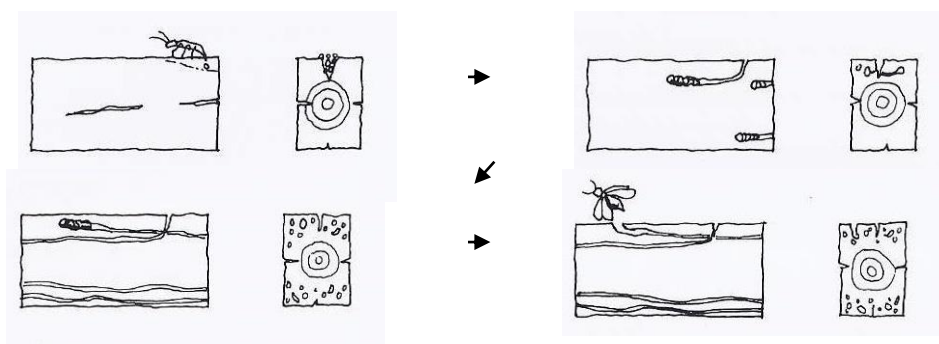


Figura 17 - Ciclo de vida de um inseto de ciclo larvar (Arriaga, et al., 2002)

Por sua vez, os insetos sociais, cujo mais comum e perigoso para a madeira é a térmita, são seres que vivem em comunidade, não habitando por isso na madeira. Estes criam colónias debaixo de terra – podendo estas atingir até 6 metros de profundidade – procurando a escuridão, a temperatura moderada e a humidade permanente. De forma semelhante à que utilizam para criar o seu ninho, avançam pelas alvenarias até chegarem à madeira deixando esta com aspeto folheado, podendo do exterior não apresentar alterações (Faria J. , 2003). Apesar de representarem o ataque menos comum de todos os supracitados não devem ser descorados uma vez que a degradação que produzem é bastante grave.

c) Xilófagos Marinhos

Os xilófagos marinhos dividem-se em moluscos e crustáceos, surgindo apesar em madeiras em contacto direto com água do mar, o que não é uma situação normal em estruturas de cobertura. Em todo o caso deixa-se a nota de que estes são muito agressivos para a madeira.

3.1.3.2. Tratamento Curativo

Quase invariavelmente, as asnas de cobertura que não se apresentam em boas condições de preservação apresentam patologias causadas por agentes xilófagos. É neste contexto que surgem os tratamentos curativos, englobando todo o tipo de produto ou intervenção que tem em vista a exterminação dos seres vivos causadores da patologia em questão.

Primeiramente é muito importante determinar o estado do agente patológico, podendo esta análise concluir que este está ativo ou não ativo. No caso de não estar ativo resta apenas analisar o estado da madeira e se esta mantém propriedades resistentes que permitam a sua manutenção aplicando um tratamento preventivo. Estando ativo, ter-se-á de decidir qual o tratamento curativo a aplicar, opção que é condicionada pelo tipo de agente degradador.

Os fungos xilófagos, como já referido, são bastantes sensíveis às condições climatéricas pelo que a abertura da zona do apoio para permitir a ventilação do espaço apresenta-se por si só como um tratamento curativo que deve ser sempre utilizado e que poderá por si só resolver o problema, se o grau de degradação for baixo.

Quando a simples ventilação do local de apoio não é suficiente – maioria dos casos – é habitual utilizarem-se produtos fungicidas que podem ser administrados por gravidade, por pressão ou pela colocação de implantes que libertam o produto, durante um certo período de tempo. Conjuntamente com este tratamento é ainda importante tratar coberturas e alvenarias de apoio, para que estas não sejam o condutor da humidade para o local do apoio.

A metodologia de tratamento contra os insetos de ciclo larvário inicia-se pela remoção da zona com a degradação mais elevada, deixando à vista a que ainda é possível recuperar. Feito isto, inicia-se um tratamento em profundidade, seguido de um tratamento superficial.

O tratamento em profundidade apenas se aplica em secções quadradas com a menor secção superior a 5 centímetros e perímetro acima de 34 centímetros ou a secções circulares de diâmetro superior a 10 centímetros, medidas para secções finais, ou seja, já sem a parte com degradação elevada. Se a secção final for superior às referidas, o tratamento consiste na furação da madeira e injeção de um produto inseticida, segundo as regras explicadas na figura seguinte (figura 20)

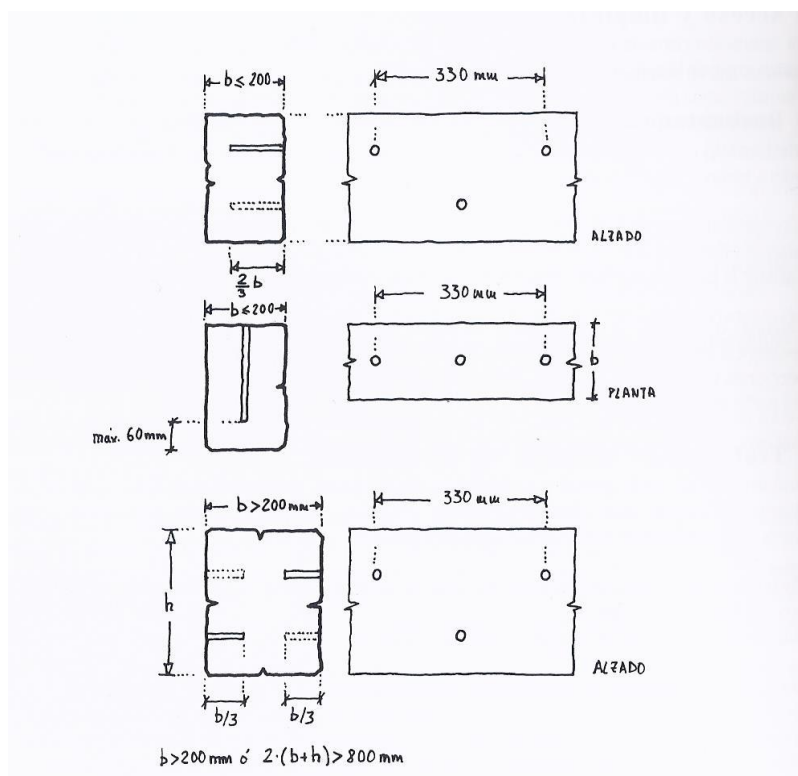


Figura 18 - Furação para injeções de tratamento curativo contra insetos de ciclo larvário (Arriaga, et al., 2002)

Efetuada o tratamento em profundidade, é importante a aplicação do tratamento superficial. Este deve ser aplicado em duas mãos e com uma quantidade de produto que seja da ordem dos 250 a 300 gramas de produto por metro quadrado de superfície – seja aplicado por pincelagem ou por aspersão.

Este tratamento pode ainda ser efetuado por meio de gases, quando o acesso ao local é complexo, ou recorrendo a ciclos de calor ou de frio. Todos estes são pouco habituais nas obras de reabilitação, dado o seu custo e a especialização de mão-de-obra necessária, razão pela qual não são desenvolvidos neste documento.

Finalmente, o tratamento de insetos sociais apresenta-se como o mais complexo pelo facto de estes não habitarem a madeira, pelo que a eliminação da causa da patologia se torna mais do que o simples tratamento desta. Nesta linha de pensamento, e excluindo a eliminação da colónia pelo facto de ser um problema complexo fora do campo da engenharia civil, o tratamento contra este tipo de insetos deverá conhecer três fases: tratamento dos solos, tratamento das alvenarias e tratamento da madeira. Os dois primeiros devem ser realizados com produtos específicos, não hidrossolúveis, para que a sua eficiência não seja afetada pelas águas de infiltração. O tratamento da madeira apresenta-se muito semelhante ao tratamento contra insetos de ciclo larvar, sendo que o produto a aplicar deverá ser específico para térmitas, ou outro inseto presente.

Compreende-se então que estes tratamentos, para além de dispendiosos, são também pouco eficientes uma vez que não eliminam a causa. (Arriaga, et al., 2002) refere ainda que a maioria das térmitas necessitam de teores de humidade elevados na madeira – não todas, existem térmitas de madeira seca mas são menos comuns – pelo que a criação de ventilação na ligação da madeira à alvenaria é, mais uma

vez, uma acção minimizadora dos ataques e que complementa na perfeição os tratamentos químicos, não aumentando muito o custo final da operação.

3.1.3.3. Tratamento Preventivo

Finalmente, mas não com menor importância, a última tarefa a realizar em todas as operações será a aplicação do tratamento preventivo. Neste caso dever-se-á, se possível, optar por um produto de largo espectro, ou seja, que proteja a estrutura do maior número de agressões possíveis. É de fácil entendimento que, se a estrutura apresenta uma patologia causada por fungos, o produto deverá apresentar proteção contra este tipo de seres, podendo também contemplar a proteção contra os restantes agentes xilófagos. Não fará no entanto sentido a proteção contra xilófagos marinhos, se o edifício se encontrar longe do mar.

Este tipo de produtos apresentam-se em grande número no mercado, não sendo portanto difícil a sua obtenção e aplicação, uma vez que podem ser aplicados por pincelagem e aspersão, entre outros. Em todo o caso (Arriaga, et al. 2002) refere que a concentração de produto a aplicar não deverá baixar dos 250 gramas por metro quadrado de área de madeira e que este deverá ser aplicado em toda a estrutura, mesmo nos locais tratados com produtos curativos.

3.2. CASOS DE ESTUDO

O presente subcapítulo, pretende apresentar propostas de resolução de doze casos práticos. Estes têm como objetivo abranger as patologias mais comuns em estruturas de cobertura em madeira.

Como referido no âmbito (1.3), não é objetivo da presente dissertação a exploração do dimensionamento estrutural ou verificação regulamentar dos casos a estudar, pelo que as propostas de resolução surgem como uma indicação que carece de dimensionamento, seguindo uma linha de robustez exagerada que o referido dimensionamento permitirá aliviar. Neste sentido, é em todos casos considerado que o posicionamento das madres da estrutura é coincidente com os nós, ou suficientemente próximo para que se possa desprezar o momento fletor nas pernas das asnas, estando estas a funcionar unicamente à compressão. Considera-se ainda que os telhados são, como é comum nas coberturas portuguesas, pesados o suficiente para que não apresentem problemas de levantamento quanto às ações do vento. Reafirma-se que todas estas suposições carecem de dimensionamento e verificação regulamentar para que se possam aplicar em obra.

Pelo contrário é claro objetivo do presente documento, não apenas orçamentar como também permitir comparar as propostas de intervenções, razão pela qual que considerou em todas elas as asnas de pinho nacional com secções da linha, das pernas e do pendural de 20x8 e das escoras de 10x8. Esta consideração apresenta-se como muito razoável, não por serem estas as únicas secções existentes, mas sim pelo facto de, à data da opção por uma das soluções, o tipo e a secção da madeira não constituir uma variável.

Em termos de organização, propõe-se no presente capítulo uma opção para cada caso de estudo que se sugere ser adotada na prática das intervenções de reabilitação, permitindo que nenhuma informação seja esquecida o que induzirá ineficiências ou dará aso à criatividade dos executantes, o que na maioria das vezes se reflete em erros de construção que degeneram em patologias das estruturas.

Inicialmente expõe-se uma breve introdução teórica, que permite ao responsável compreender tecnologicamente o problema, familiarizar-se com os erros mais comuns e ter conhecimento de alguma

bibliografia que possa ser relevante e que em caso de necessidade poderá ser consultada. Seguidamente formaliza-se o problema e a respetiva proposta de resolução, que se pretende pouco extensa mas não omissa. Em complemento à proposta de resolução parece indispensável o fornecimento dos pormenores cotados que permitirão guiar a execução dos trabalhos. Dá-se nota para a ausência destes pormenores do presente capítulo dada a necessidade de apresentarem uma dimensão considerável, razão pela qual foram catalogados no Anexo A – anexo que se aconselha ser consultado durante a análise dos casos. O presente capítulo apresenta alguns dos pormenores, enquadrados nos respetivos casos, com dimensões demasiado reduzidas para a sua compreensão, que nenhum intuito têm que não seja lembrar o leitor para a sua consulta no indicado anexo.

Completando as informações necessárias em cada caso propomos ainda a apresentação da sequência operativa explícita que conduzirá à melhor execução dos trabalhos. Esta pretende dividir em tarefas simples a intervenção a realizar e deixar claro o encadeamento que se pretende. Nesta estão claramente indicadas as tarefas de carácter geral – a azul – e as tarefas de carácter específico do caso de estudo – a branco. No que diz respeito às tarefas genéricas, ou seja que farão parte da sequência operativa da maioria das propostas importa referir que, no caso de se executarem duas ou mais intervenções, poderá não fazer sentido que as sequências sejam integralmente seguidas. Como exemplo pode-se dizer que não fará sentido considerar duas vezes o tratamento preventivo, e que este será aplicado apenas no final de todas as operações assim como a limpeza geral que apenas se faz uma vez. Pelo contrário a montagem de meios de elevação e escoramento pode – ou não – necessitar de movimentação entre intervenções. Assim reforça-se a ideia de que as sequências deverão ser utilizadas como auxiliar sobre o qual se pode e deve refletir.

Finalmente parece lógico que se apresente o quadro dos fatores produtivos necessários, quantificados. Os quadros apresentados são omissos no que toca à quantidade uma vez que esta está explícita nas fichas de orçamentação, apresentadas no Anexo B.

Se reunida toda esta informação, qualquer empresa estará em condições de se preparar para a orçamentação e execução das propostas apresentadas, podendo necessitar de recorrer a mão-de-obra especializada, se não a possuir.

A figura seguinte sintetiza os casos abordados, facilitando a organização e a leitura e permitindo a pesquisa de forma mais célere (ver figura 21).



Figura 19 - Organograma dos casos estudados

3.2.1. PROBLEMAS NOS APOIOS

Dada a sua natureza de ligação entre materiais profundamente diferentes, a sua curta extensão e a existência natural de humidade, a zona dos apoios de uma asna de cobertura em madeira é um local onde poderão ocorrer diversos tipos de patologias.

Problemas como a insuficiente entrega dos elementos estruturais, as rotações do apoio, a perda de secção resistente provocada pela ação de agentes bióticos e ainda as fissuras ou os defeitos, são muito comuns em relatórios de inspeção de elementos antigos. É também comum que, excluindo os problemas nos apoios, a restante estrutura se encontre em bom estado de conservação e muitas vezes com pequenos retoques e intervenções preventivas é possível mantê-la, o que para além de arquitetonicamente ser valorizador dos edifícios, é economicamente rentável.

Neste subcapítulo exploramos as mais comuns patologias em locais de apoio de asnas e respetivas técnicas de reabilitação, não considerando a substituição integral da asna.

3.2.1.1. Reforço de apoio de asna com cachorro metálico

O reforço do apoio da asna recorrendo à instalação de um cachorro metálico é uma solução estruturalmente muito interessante, quando utilizada para resolver problemas de excentricidade da ligação perna-linha e de degradação da madeira do apoio da linha. De facto, é muito comum que a ligação perna-linha não se apresente coincidente com a ligação da asna à alvenaria o que coloca a madeira a trabalhar ao corte e impede a linha de funcionar simplesmente como um tirante. Este funcionamento estrutural apresenta problemas quando a madeira começa a ficar deteriorada, podendo

mesmo apresentar rotura frágil na ligação à parede resistente uma vez que a sua capacidade de resistência ao corte é fortemente afetada.

Neste cenário de intervenção, a introdução do referido cachorro metálico apresenta-se vantajosa ao nível da linha, uma vez que esta deixará de funcionar ao corte transmitindo o esforço ao cachorro. Apesar desta vantagem, e de ser uma intervenção de baixa intrusividade e custo controlado, é necessário verificar a qualidade da parede e a sua capacidade de absorção dos momentos fletores que passam a existir dada a excentricidade da carga transmitida. No caso dos edifícios da cidade do Porto este problema não costuma ser impeditivo uma vez que as empenas são habitualmente de granito com aparelho de qualidade (Ilharco, 2008). A este problema juntam-se as evidentes desvantagens da intrusão arquitetónica incontornável neste tipo de opção e da necessidade de espaço para a instalação do cachorro o que muitas vezes não acontece dada a existência de tetos muito próximos da linha.



Figura 21- Apoio metálico para sustentação de asna de cobertura na rua de Miraflor



Figura 20 - Apoio de viga reforçado com cachorro metálico (Costa, et al., 2008)

Caso 1 - Reforço de apoio de asna com cachorro metálico

Problema:

Necessária a intervenção no apoio da asna de cobertura em madeira de pinho nacional, com secção encastrada 8x20 cm e entrega de 15 cm. A madeira de encontro apresenta degradação elevada na zona de encastramento provocada pela ação ativa de caruncho (*Anobium Punctatum De Geer*), que não se estende para a restante linha. Mantém-se portanto sã a madeira na zona da ligação perna-linha, não sendo necessária qualquer intervenção adicional.

Proposta de resolução:

Dada a combinação de duas insuficiências – redução da secção resistente por ação de agente bióticos e insuficiente entrega, que deveria apresentar pelo menos 15 cm mais metade da secção – optamos pela introdução de um apoio metálico em triângulo, com perfis UPN 100, retirando utilidade estrutural à entrega. Esta será tratada contra os agentes bióticos para interromper o processo de degradação, não sendo necessária a sua retirada.

A fixação do apoio à alvenaria terá de ser cuidada, uma vez que será responsável pela transmissão dos esforços à parede, pelo que propomos a instalação de um sistema com varões roscados e cimento químico, uma vez que é o sistema mais preconizado para alvenaria maciça. É de superior importância que se respeitem os tempos de manipulação e de cura indicados pelo fornecedor.

O perfil UPN em contacto com a linha ficará com as abas para cima, permitindo que esta experimente pequenos deslocamentos ou aumentos de volume – impedindo assim que se criem esforços.

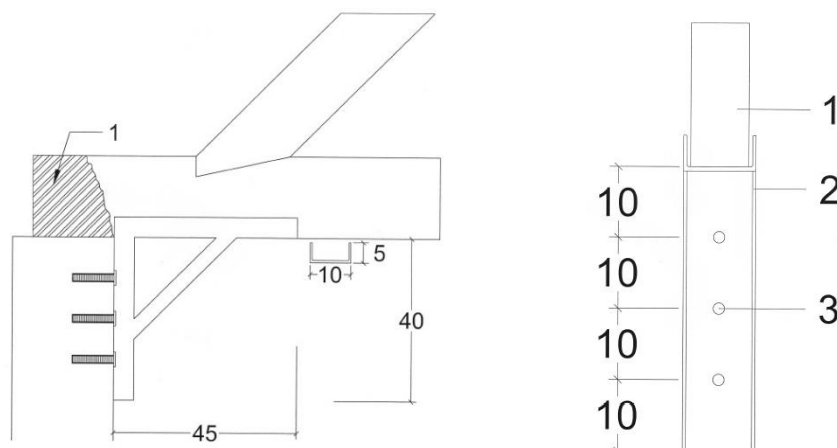


Figura 22 - Esquemas representativos da proposta de resolução: Caso 1 (Legenda nos anexos)

Conhecida a proposta de resolução para o caso 1, é muito importante que se explicita o conjunto de tarefas necessárias para a sua boa execução, bem como a sequência ordenada destas. O presente caso não apresenta dificuldade técnica elevada o que não significa que alguma das tarefas possa ser deixada de parte. Ressalva-se ainda que, durante a limpeza, assume-se que nenhuma outra patologia foi encontrada. Num caso real em que se encontrem novas patologias, estas deverão ser trabalhadas da forma recomendada para o caso que mais se lhe assemelhe.

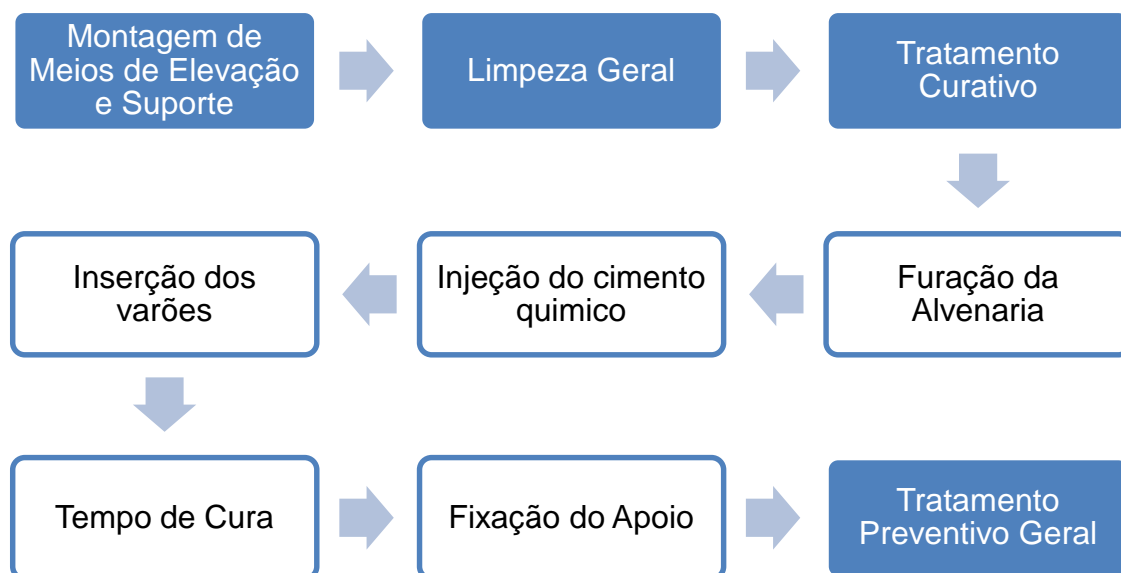


Figura 23 - Sequência Operativa: Caso 1

Finalmente é importante conhecer o quadro de fatores produtivos necessários à realização da proposta (ver quadro 2).

Quadro 2 - Fatores produtivos: Caso 1

Materiais

- Apoio metálico de perfis UPN 100 em ferro, segundo dimensões do pormenor
- Varão roscado de aço galvanizado M16, classe 5.8 e comprimento não inferior a 150 mm com porca e anilha (tipo Hilti HIT-V 5.8 M12x150)
- Químico de injeção bi-componente pré-doseado de metacrilato de uretano, sem estireno (tipo Hilti HIT-MM Plus 500/1)

Mão-de-Obra

- Serralheiro
- Ajudante

Equipamentos

- Berbequim
- Broca de alvenaria maciça, M18

Reafirma-se por fim a necessidade de serem cumpridos os tempos de manipulação e de cura do cimento químico para que as suas propriedades não se encontrem afetadas em serviço. O quadro seguinte explicita estes tempos mediante a temperatura ambiente, para um possível produto.

Quadro 3 - Tempos de espera mediante a temperatura ambiente (HILTI, 2011/2012)

Temperatura do material base (°C)	Tempo de manipulação t_{gel}	Tempo de cura t_{cure}
5 °C	15 min.	2 horas
10 °C	8 min.	90 min.
20 °C	4 min.	60 min.
30 °C	2 min.	45 min.
40 °C	1 min.	30 min.

Nota: A temperatura do cartucho deverá ser no mínimo de + 5 °C.

3.2.1.2. Reforço do encontro da linha com elementos de madeira

O reforço de estruturas de madeira, recorrendo ao acoplamento de novos elementos de madeira, é uma solução bastante utilizada pela sua simplicidade de execução, baixa intrusividade e pelo reduzido custo que acarreta. O ICOMOS – Conselho Internacional de Monumentos e Sítios – recomenda mesmo que “sempre que possível e compatível estruturalmente devem-se utilizar juntas de madeira tradicional” (ICOMOS, 2003). Apesar de simples, é necessário que seja tida em consideração a madeira a acrescentar, devendo esta ser do mesmo tipo da existente e se possível antiga e seca (Appleton, 2003). Dada a dificuldade de encontrar madeira antiga em perfeitas condições, (Ilharco, 2008) refere que a nova madeira já seca pode ser armazenada no local da obra, adquirindo a humidade de equilíbrio com o ambiente e assim minimizando futuros problemas.

Estruturalmente é de superior importância que as ligações entre as novas peças e a madeira já existente permitam uma correta transmissão dos esforços, sendo por isso necessário assegurar um comprimento de sobreposição que se deverá localizar entre os 50 e os 80 centímetros (Arriaga, et al., 2002) – dada a relação deste comprimento com o vão da asna que pode ser muito variável, e dado o âmbito do trabalho, assumiu-se este intervalo como suficiente fase à generalidade dos casos de coberturas nacionais. Segundo (Appleton, 2003) os novos elementos deverão, quando aplicados dois – um de cada lado – apresentar uma espessura de, pelo menos, metade da espessura original da peça e a mesma altura. A entrega deve ainda estar apoiada no mínimo 15 centímetros mais metade da secção.

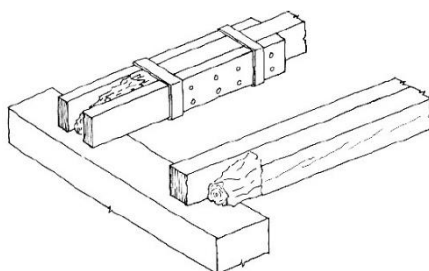


Figura 24 - Reforço do encontro com peças de madeira (Arriaga, et al., 2002)

Caso 2 - Reforço do encontro da linha com elementos de madeira

Problema:

Necessária a intervenção num dos encontros de uma asna de cobertura em madeira de pinho nacional, cujo apoio apresenta uma degradação elevada mas não extensa, resultante da ação de fungos xilófagos de podridão branda não ativos, cingindo-se quase na totalidade à madeira em contacto direto com a alvenaria (20 centímetros de degradação), não interferindo com a ligação perna-linha. A linha da asna é de secção tradicional portuguesa (8x20) e encontra-se em bom estado, assim como a restante estrutura.

Proposta de Resolução:

Com o intuito de executar uma operação de recuperação simples, neste caso optamos pela acoplagem de elementos resistentes ao encontro degradado. Estes serão em madeira de pinho nacional, uma vez que a intervenção apenas é necessária de um dos lados da asna, tentando assim minimizar a perda de

simetria desta. Os elementos a acoplar terão um comprimento de 95 centímetros - perfazendo um apoio de 20 e ainda 75 de sobreposição – um altura de 20 - igualando a existente – e uma espessura de 4 – metade da secção inicial. A ligação destes à madeira sã será realizada com recurso a varões roscados M12 em aço inox 8.8, fixados com porcas sextavadas e anilhas de abas largas, para melhor distribuição de esforços (Ilharco, 2008). Para aumento do coeficiente de segurança serão ainda acrescentadas 2 cintas de ferro a unir os três elementos. Os elementos a adicionar deverão apresentar um tratamento preventivo contra fungos xilófagos realizado antes da colocação em obra.

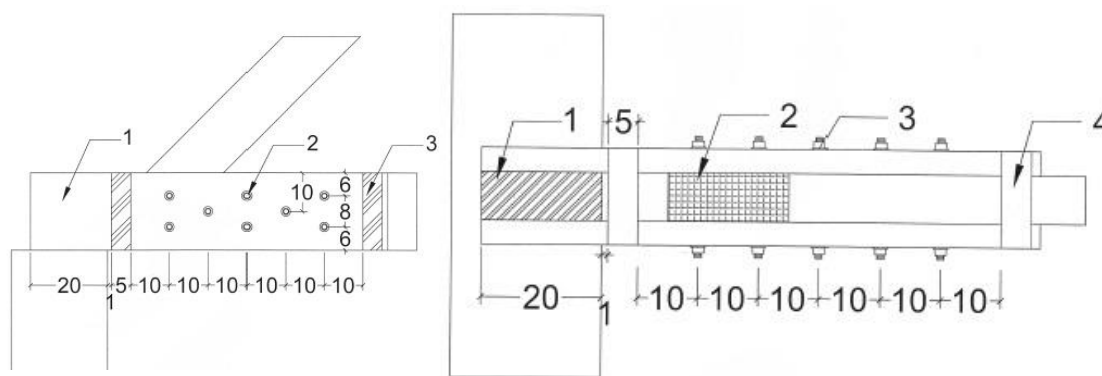


Figura 25 - Esquemas representativos da proposta de resolução: Caso 2 (Legenda nos anexos)

A figura 28, que pretende esquematizar de forma simples o conjunto de operações que levam à concretização da proposta de resolução para o presente caso, pode suscitar a dúvida sobre a tarefa do corte e tratamento da madeira. A explicação para a ausência desta é simples e resulta do facto de estas^o tarefas terem sido imputadas ao fornecedor da madeira, estando refletidas no custo do material considerado. Considera-se desta forma uma vez que é uma tarefa pequena e que nem todas as empresas possuem carpintaria própria. No entanto aconselha-se a que seja estudada a melhor opção de compra da madeira se a tarefa for, por exemplo, para aplicar em muitas asnas. Neste caso poderá ser benéfica a compra de tábuas de maiores dimensões - dimensões standard – e o seu corte em obra ou na carpintaria da empresa.

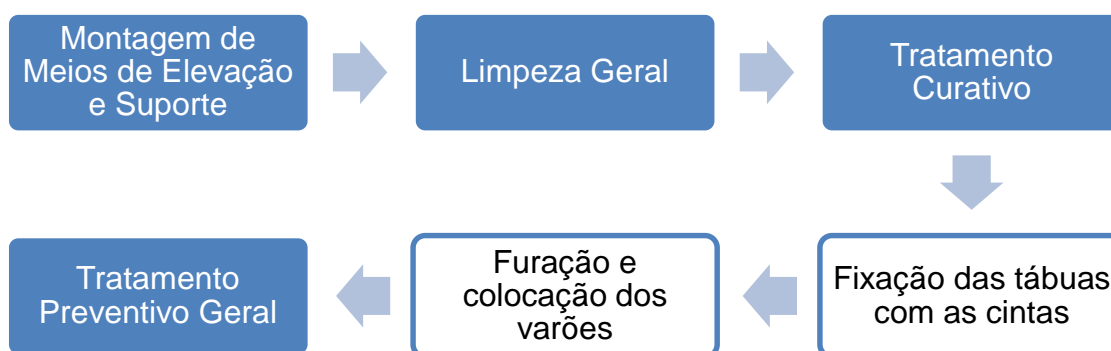


Figura 26 - Sequência Operativa: Caso 2

Da proposta apresentada resulta também o quadro de fatores produtivos seguinte (ver quadro 4):

Quadro 4 - Fatores Produtivos: Caso 2

Materiais

- Madeira de pinho nacional tratada
- Varão roscado de aço 8.8, M12 zincado
- Porca sextavada de aço Din/934 8.8 M12 zincado
- Anilha de chapa Din/125 M12 zincada
- Cinta de ferro com 5 milímetros de espessura

Mão-de-Obra

- Carpinteiro
- Ajudante

Equipamentos

- Berbequim
- Broca para madeira, M12

3.2.1.3. Reforço do encontro da linha com elementos metálicos

À semelhança dos elementos de madeira, também os elementos metálicos são de grande utilidade no reforço das zonas dos apoios das estruturas de cobertura dada a sua elevada resistência e rigidez. Apesar disto a sua utilização deve ser ponderada, uma vez que apresenta desvantagens estruturais que devem ser tidas em conta, bem como uma dificuldade de garantia de segurança através do cálculo – característica comum a muitas das operação de reforço (Ilharco, 2008).

A utilização de perfis metálicos em estruturas de madeira apresenta então duas desvantagens importantes: a dificuldade de compatibilização dos materiais, uma vez que dada a sua natureza profundamente diferente, também o seu comportamento o poderá ser, e a deficiente resistência ao fogo apresentada por esta solução. Como já referido as estruturas de madeira apresentam elevada resistência estrutural ao fogo pelo que os elementos acoplados deverão ser tratados, otimizando assim esta característica. Por fim o impacto estético incontornável é também característica desta solução, podendo este ser benéfico ou prejudicial às pretensões do arquiteto.

Estruturalmente é importante referir que, no que diz respeito aos comprimentos de fixação e de apoio, este são muito próximos dos referidos para os elementos de madeira, mas os elementos metálicos não têm necessidade de espessura tão elevada. Apesar disto, a existência de espessura em contacto com a alvenaria é benéfica, razão pela qual os perfis do tipo UPN são recorrentemente utilizados neste tipo de intervenções.

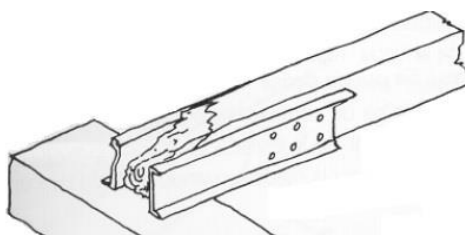


Figura 27 - Reforço do encontro com perfis UPN (Arriaga et al., 2002)

Caso 3 - Reforço do encontro da linha com elementos metálicos

Problema:

Necessária a intervenção nos dois encontros de uma asna de cobertura em madeira de pinho nacional, cujo apoio apresenta uma degradação elevada mas não extensa, resultante da ação de fungos xilófagos de podridão branda ativos, cingindo-se quase na totalidade à madeira em contacto direto com a alvenaria (20 centímetros de degradação), não interferindo com a ligação perna-linha. A linha da asna é de secção tradicional portuguesa (8x20) e encontra-se em bom estado, assim como a restante estrutura.

Proposta de Resolução:

Por opção arquitetónica, e mantendo a simetria da peça, optamos por utilizar neste caso perfis UPN 200 para reforço da zona do apoio da asna. Estes terão um comprimento de 90 centímetros, perfazendo assim a sobreposição necessária para a generalidade das asnas de cobertura. A ligação destes à madeira sã será realizada com recurso a varões M12 roscados em aço inox 8.8, fixados com porcas sextavadas e anilhas de abas largas, para melhor distribuição de esforços.

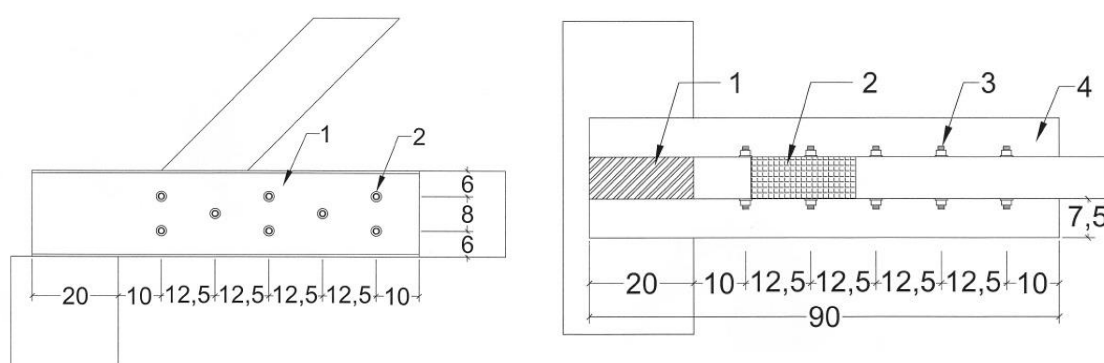


Figura 28 - Esquemas representativos da proposta de resolução: Caso 3 (Legenda nos anexos)

Conhecida a proposta de solução, apresenta-se de seguida a sequência operativa que levará à sua boa execução. Dá-se nota para a importância de a madeira existente (que não será retirada) ser sujeita ao tratamento curativo, não para que mantenha a resistência estrutural original, uma vez que os reforços garantem a segurança estrutural da peça mas para que a degradação não se propague e possa afetar ligações ou elementos não intervencionados.

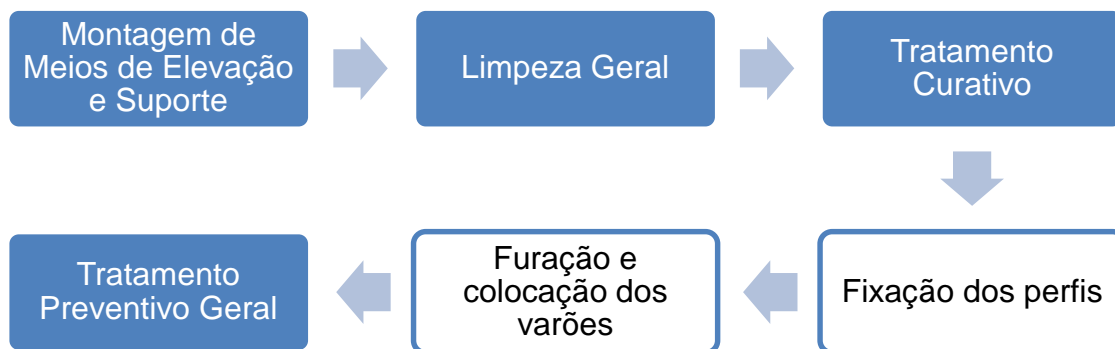


Figura 29 - Sequência Operativa: Caso 3

Finalmente o quadro seguinte apresenta os fatores produtivos necessários à concretização da proposta apresentada (ver quadro 5).

Quadro 5 - Fatores produtivos: Caso 3

Materiais
<ul style="list-style-type: none"> • Perfil UPN 200 • Varão roscado de aço 8.8 M12 zincado • Porca sextavada de aço Din/934 8.8 M12 zincada • Anilha de chapa Din/125 M12 zincada
Mão-de-Obra
<ul style="list-style-type: none"> • Carpinteiro • Serralheiro • Ajudante
Equipamentos
<ul style="list-style-type: none"> • Berbequim • Broca para madeira, M12

3.2.1.4. Consolidação do encontro da asna com argamassa epóxi armada

Apesar das técnicas de aplicação de colas epoxídicas serem conhecidas há várias décadas, a sua aplicação não tem sido grande e o conhecimento do seu comportamento não é ainda total. Apesar disto, estas apresentam vantagens reconhecidas, sendo muito trabalháveis – permitindo selar cavidades ou fendas sem problemas de retração – e tendo muito boa aderência a quase todos os materiais permitindo que sejam armadas com varões de metal ou de fibras, aumentando assim muito a sua resistência (Arriaga, et al., 2002).

Por sua vez, o estudo de materiais compósitos tem observado evoluções importantes nos últimos anos gerando assim um aumento da sua aplicação em obras de reabilitação. No entanto, a inexistência generalizada de casos de estudo controlados não permitiu ainda aferir o comportamento destas soluções a longo prazo.

Os materiais compósitos são constituídos por um material de reforço (fibras) – com elevada resistência e módulo de elasticidade – e por uma matriz polimérica (resina) que envolve as fibras permitindo assim a transferência de tensões.

As fibras mais utilizadas são as de vidro – custo moderado e boas propriedades mecânicas – as de carbono – elevadas propriedades mecânicas, com especial destaque para o módulo de elasticidade em tração – e ainda as aramídicas como o kevlar – excelentes propriedades mas de elevado custo.

No caso das matrizes, as mais utilizadas são as termoplásticas (polietileno, polipropileno, poliéster ou policarbonatos) e as termoendurecidas (de epóxi, fenólicas, de poliéster, de poliuretano ou de poliamida). Refira-se que, para intervenções de reabilitação, os adesivos epoxi são os mais adequados já que não necessitam de alta pressão no momento da aplicação e da cura (Cruz, et al., 2000).

Assim, é hoje possível resolver problemas de degradação de zonas de encontro de asnas com recurso a materiais compósitos. A ligação entre a argamassa e a madeira são estabelecida por meio de varões – podendo estes ser de aço inox ou de FRP (fibras de vidro) – sendo estes inseridos nela e selados com uma resina epóxi. A cofragem necessária é habitualmente de madeira o mais semelhante possível à existente e permanece na estrutura, minimizando assim a alteração estética a níveis muito baixos. Importa referir que a escolha das colas a utilizar deverá privilegiar materiais que apresentem resistência e módulo de elasticidade semelhantes aos da madeira existente. (Appleton, 2003) refere mesmo que, nestes casos, se torna desnecessário efetuar o dimensionamento, sendo apenas preciso dimensionar os varões de aço ou FRP, assumindo que estes asseguram uma capacidade resistente de 50% das necessidades totais.

Apesar das vantagens, e do avanço tecnológico registado nos últimos anos, o custo deste tipo de operações é ainda um fator de exclusão desta opção em muitas intervenções, ganhando vantagem nos casos de a estrutura de cobertura apresentar valor patrimonial e arquitetónico.

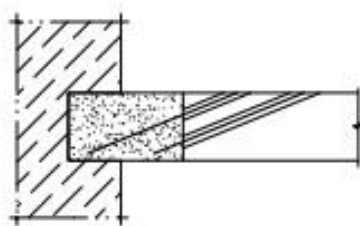


Figura 30 - Consolidação de encontro com material compósito (Cruz et al., 2000)

Caso 4 - Consolidação do encontro da asna com argamassa epóxi armada

Problema:

Necessária a intervenção num dos encontros de uma asna de cobertura em madeira de pinho nacional, cujo apoio apresenta uma degradação elevada mas não extensa, resultante da ação de térmitas ativas, cingindo-se até ao momento quase na totalidade à madeira em contacto direto com a alvenaria (20 centímetros de degradação), não interferindo com a ligação perna-linha. A linha da asna é de secção tradicional portuguesa (8x20) e encontra-se em bom estado assim como a restante estrutura. É de superior importância que o aspeto original da asna seja mantido, dada a sua importância na arquitetura de todo o edifício.

Proposta de Resolução:

Uma vez que a intervenção apresenta não apenas o problema estrutural como também o da manutenção estética do aspeto original, optamos pela remoção da zona de apoio da linha da asna e sua reconstituição com uma argamassa de epóxido armada com varões de FRP. O corte da madeira degradada a remover deverá ser efetuado aos 25 centímetros do início da peça, impedindo assim que qualquer tipo de propagação infestante se manifeste no futuro. A cofragem desta será realizada em pinho nacional tratado e será permanente o que permitirá que o aspeto exterior seja o mais próximo possível do inicial. Os varões deverão ser de 8 milímetros, inseridos a 45° antes da colocação da argamassa e posteriormente selados. Os tempos de manipulação e de cura da argamassa deverão ser escrupulosamente cumpridos sob pena de se prejudicarem as capacidades resistentes do material e a sua adesão aos varões.

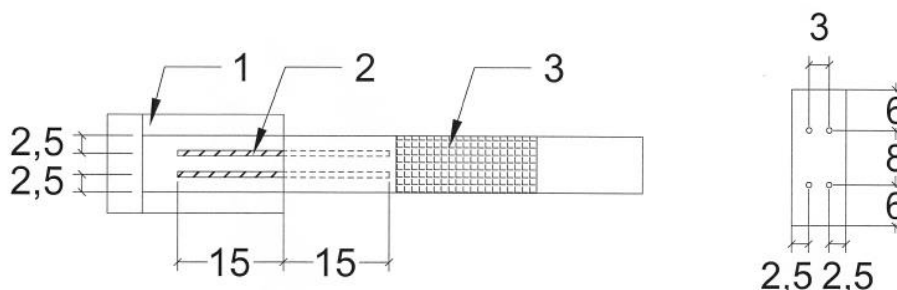


Figura 31 - Esquemas representativos da proposta de resolução: Caso 4 (Legenda nos anexos)

De seguida apresenta-se a sequência operativa para a boa execução da intervenção proposta, da qual se esclarecem dois pontos relevantes: Não está incluído o tratamento curativo, uma vez que a madeira degradada é retirada e que o tratamento aplicado à madeira de cofragem não é realizado em obra, uma vez que é feito em oficina e ainda que a especificação das tarefas a realizar, após a instalação da cofragem, serão realizadas com recurso a um subempreiteiro especializado, uma vez que não é comum as empresas apresentarem mão-de-obra com este grau de especialização, e por isso poderiam ser retiradas da sequência operativa e englobadas numa única chamada: Subempreitada de argamassa epóxi.

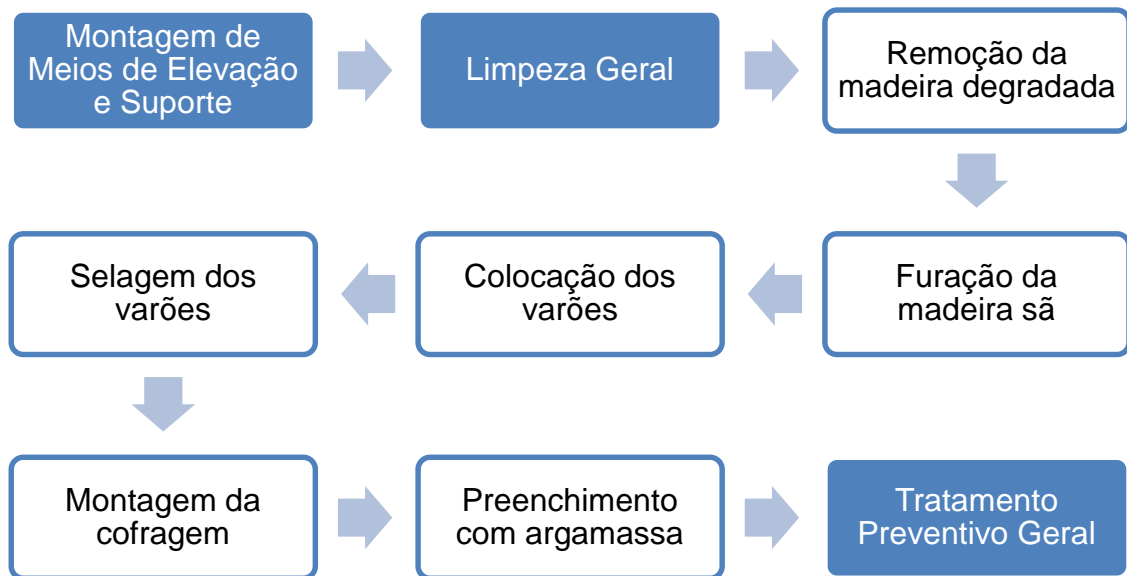


Figura 32 - Sequência Operativa: Caso 4

Em *Intervención en estructuras de madera*, (Arriaga, et al., 2002) apresenta a sequência específica desta tarefa em esquemas, o que permite a sua mais fácil visualização, razão pela qual a se inseriu também, apesar da redundância. É de notar que a imagem apresenta os varões com inclinação o que é comum em operações de reabilitação de vigas de pavimento dada a inexistência de um elemento entalhado como a perna no caso das asnas. Esta justifica a utilização dos varões horizontais que acima se consideraram.

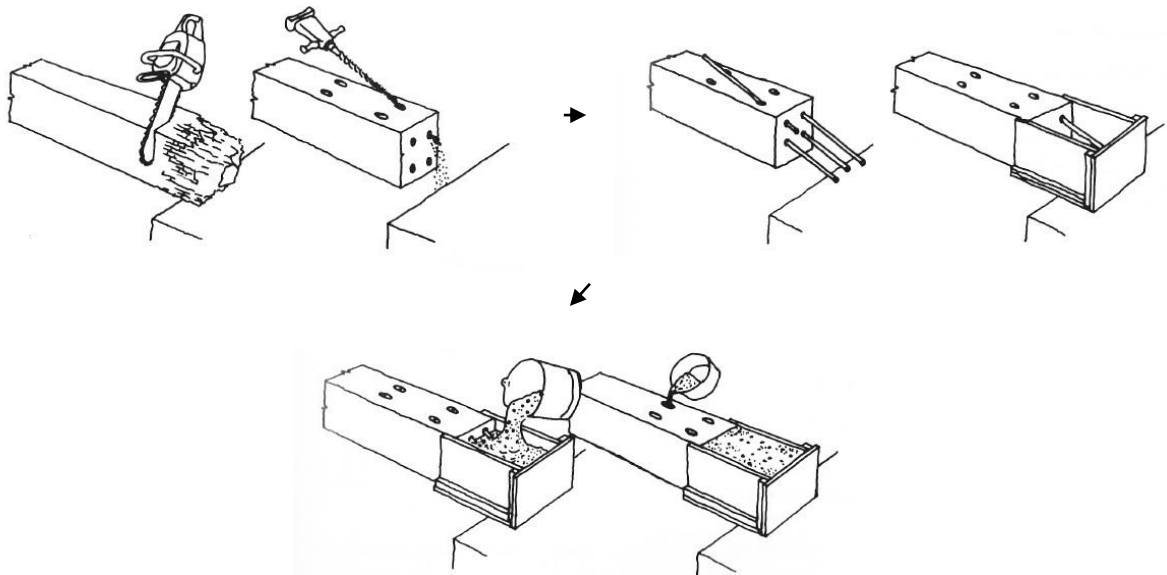


Figura 33 - Sequência operativa para consolidação de apoio de viga com argamassa epóxi reforçada (Arriaga, et al., 2002)

Compreendida a sequência operativa, é importante por fim que seja apresentado o quadro de fatores produtivos. Neste não especificamos o tipo de argamassas ou varões utilizados uma vez que o número de opções no mercado e o número de variáveis a considerar para fundamentar a opção é substancial, sendo corrente que esta escolha passe por uma sugestão do subempreiteiro a quem se adjudica o trabalho e posterior aceitação do projetista (ver quadro 4).

Quadro 6 - Fatores produtivos: Caso 4

Materiais
<ul style="list-style-type: none"> • Madeira de pinho tratada • Adesivo epoxídico bicomponente, de consistência tixotrópica (Ref. comercial: Mapei Paste 140) • Varões FRP de 8 milímetros de diâmetro (Ref. comercial: Combar GFRP 8)
Mão-de-Obra
<ul style="list-style-type: none"> • Carpinteiro • Ajudante
Equipamentos
<ul style="list-style-type: none"> • Berbequim • Broca para madeira, M8 • Serra

3.2.2. PROBLEMAS NAS LIGAÇÕES

Estruturalmente, as ligações entre peças de asnas são pontos de fragilidade evidentes e por isso propícios à ocorrência de patologias. Esmagamento, deterioração ou mesmo mau dimensionamento são alguns exemplos de problemas que poderão ocorrer, nomeadamente na ligação perna-linha – ligação mais solicitada da asna e que, pelos motivos construtivos supracitados, habitualmente apresentam excentricidade relativamente ao apoio. É ainda comum, em grandes vãos, que a linha seja composta por mais do que um elemento criando assim um ponto de fragilidade.

Neste subcapítulo trabalham-se os casos mais comuns, referentes às ligações em asnas de coberturas.

3.2.2.1. Substituição da ligação perna-linha por prótese de madeira

A utilização de próteses de madeira para refazer zonas com degradação elevada é uma das mais nobres técnicas de reabilitação de estruturas de madeira, preservando o mais possível o aspeto original e dotando a estrutura de nova capacidade resistente. O ICOMOS afirma ainda assim que *os novos elementos ou partes de elementos devem ser distinguidos dos existentes, sendo desaprovado copiar a degradação natural ou deformação dos membros substituídos* (ICOMOS, 2003).

O problema maior deste tipo de intervenções prende-se com a forma de ligação das novas peças às já existentes. Esta ligação pode ser feita através de parafusos, varões, chapas metálicas ou empalmes. A

forma mais eficiente de o fazer, apesar de ser também a mais económica, é através da fixação de chapas metálicas. Estas poderão ser inseridas no interior da madeira, o que lhe confere uma superior proteção ao fogo, ou colocadas ao par no exterior, o que torna a operação mais simples e económica. Em ambos os casos é importante frisar que as ligações destes elementos aos elementos de madeira é um ponto fulcral na operação, uma vez que têm de garantir a transmissão de forças ao apoio.

Apesar das vantagens, torna-se muito importante refletir sobre a aplicabilidade desta solução no caso de ser a única intervenção a realizar, uma vez que esta obriga à desmontagem do telhado e da estrutura secundária da cobertura, trabalhos que não serão orçamentados na presente dissertação mas que poderão significar um aumento muito significativo do número de horas de mão-de-obra necessárias.



Figura 34 - Exemplo de prótese de madeira na ligação perna-linha (Lopes, 2007)

Caso 5 - Substituição da ligação perna-linha por prótese de madeira

Problema:

Necessária a intervenção ao nível da ligação perna-linha de uma asna de pinho nacional, que se encontra deteriorada, devido à ação de fungos de podridão parda ativos com intensidade moderada. Ambos os elementos são de secção 8x20 e pretende-se que seja substituída a madeira por uma solução o mais semelhante possível à original uma vez que a asna apresenta valor patrimonial e arquitetónico. A restante estrutura encontra-se em perfeitas condições pelo que se excluem quaisquer trabalhos adicionais. Excluem-se também as tarefas de desmontagem do telhado e de estrutura secundária da cobertura, bem como a sua posterior montagem.

Proposta de Resolução:

Dada a degradação da ligação perna-linha observada, e conhecida a importância do funcionamento e da estabilidade desta propomos a substituição integral de toda a madeira da ligação por uma prótese de madeira semelhante – pinho nacional. Esta será fabricada em oficina e ligada à madeira original através de uma chapa de ferro de 6 milímetros inserida no interior da secção, garantindo assim a proteção ao fogo desta. A ligação entre os materiais será realizada com recurso a varões de aço galvanizado M12 com porca sextavada e anilha de aba larga. Propomos ainda que a prótese incorpore também o encontro com a alvenaria evitando assim uma nova ligação de onde poderia resultar um ponto fraco da estrutura. Toda a madeira será preventivamente tratada com fungicidas evitando assim futuras contaminações. Para garantia da estabilidade da ligação, a prótese será reforçada com um ligador de ferro na zona da

ligação perna-linha, ligador que não acrescentará resistência mecânica, mas tem com função impedir possíveis empenos.

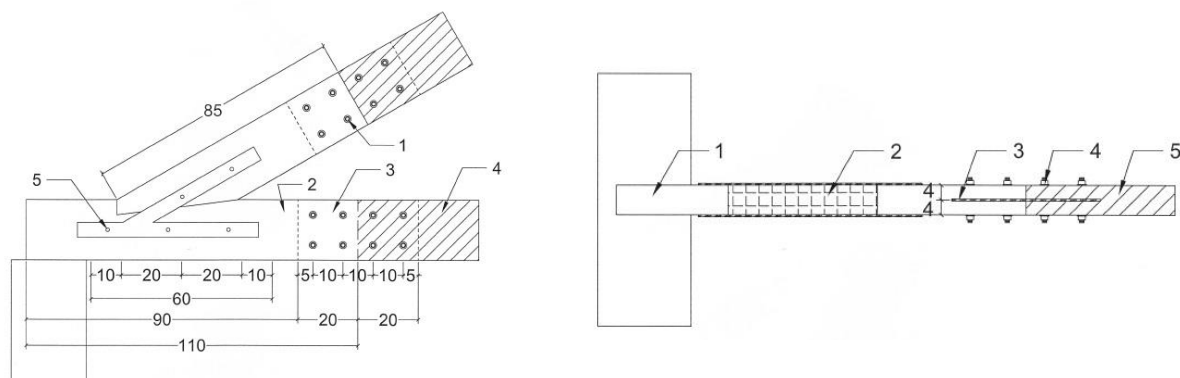


Figura 35 - Esquemas representativos da proposta de resolução: Caso 5 (Legenda nos anexos)

Apresentada a proposta de resolução do problema surge, na figura seguinte, a sequência operativa que levará à melhor execução do trabalho. Mais uma vez se excluem desta os trabalhos realizados em oficina, como o corte da madeira, uma vez que estes poderão ficar a cargo da empresa fornecedora ou da empresa compradora.

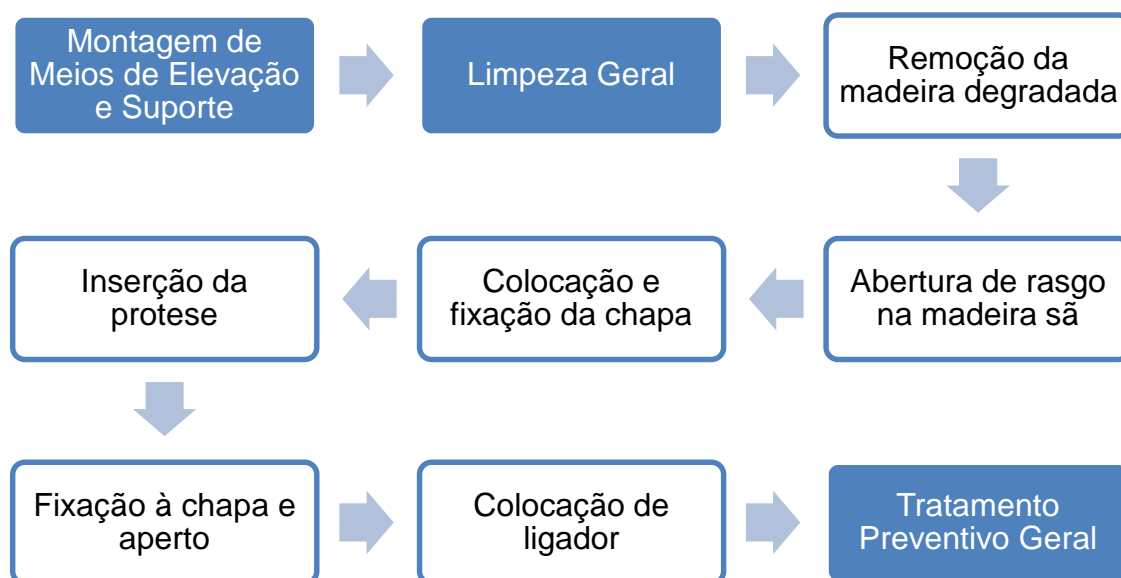


Figura 36 - Sequência Operativa: Caso 5

Conhecida a sequência operativa, falta apenas apresentar o quadro de fatores produtivos para que toda a informação necessária à elaboração da tarefa esteja aqui exposta (ver quadro 7).

Quadro 7 - Fatores produtivos: Caso 5

Materiais

- Madeira de pinho tratada
- Chapa de ferro de 6 milímetros
- Varão roscado de aço 8.8, M12 zincado
- Porca sextavada de aço Din/934 8.8 M12 zoncado
- Anilha de chapa Din/125 M12 zincada
- Ligador de ferro com 5 milímetros de espessura (ligação perna-linha)
- Parafusos M12

Mão-de-Obra

- Carpinteiro
- Ajudante

Equipamentos

- Berbequim
- Broca para madeira, M8
- Serra

3.2.2.2. Reforço da ligação perna-linha com chapa metálica interna

As soluções de reforço com chapas internas surgem como alternativa aos reforços com elementos metálicos externos apresentando as grandes vantagens de serem esteticamente menos modificadoras e, acima desta, conferindo uma adicional proteção ao fogo pelo facto de o elemento metálico de encontrar envolto em madeira. As ligações entre a chapa metálica e a madeira são feitas de forma análoga, através de varões ou parafusos ou em alternativa através de cola epóxi, como descrito no ponto 3.2.1.5.

Assim, esta solução apresenta-se como alternativa para a correção de problemas na ligação perna-linha, sobretudo problemas de conceção, que possam por em causa a estabilidade – inexistência de entalhe na ligação ou falta de coesão da mesma – ou situações em que seja necessário um aumento de capacidade de carga, uma vez que esta solução dota a ligação reforçada de uma maior resistência.

Como todas as soluções esta tem também desvantagens. A especialização da mão-de-obra e a necessidade de equipamento próprio tornam este tipo de operações complexa e com custos mais elevados, às quais poderemos ainda acrescentar a necessidade de desmontagem da estrutura secundária da cobertura e do telhado o que, como supra referido, poderá representar um grande aumento de custo na operação – custo este que não se encontra calculado no presente documento.

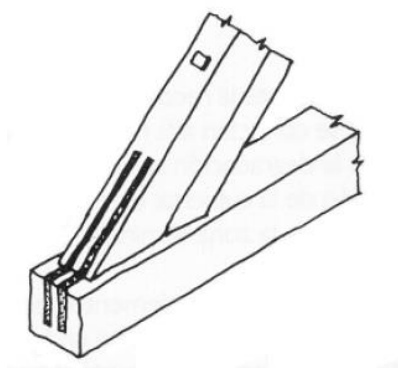


Figura 37 - Corte para inserção de chapa metálica na ligação perna-linha (Arriaga, et al., 2002)

Caso 6 - Reforço da ligação perna-linha com chapa metálica interna

Problema:

Necessária a intervenção numa asna de cobertura em madeira de pinho nacional, cuja ligação perna-linha se encontra estruturalmente frágil devido à ação de caruncho grande (*Hylotropes Bajulus L*) não ativo, degradação que se apresenta com mais elevada intensidade na zona do apoio. A linha e a perna da asna são de secção tradicional portuguesa (8x20) e encontram-se em bom estado assim como a restante estrutura. É de superior importância que o aspeto original da asna seja mantido, dada a sua importância na arquitetura de todo o edifício. Excluem-se as tarefas de desmontagem do telhado e de estrutura secundária da cobertura, bem como a sua posterior montagem.

Proposta de resolução:

Dada a necessidade de intervir causando o menor impacto visual possível propõe-se a inserção de uma chapa de aço de 6 milímetros no interior das peças, refazendo a estabilidade estrutural da ligação perna-linha e estendendo-se até ao final do encontro mas não preenchendo a totalidade da altura da linha – chapa com 15 centímetros de altura. A ligação da chapa será realizada com varões roscados M12 em aço inox 8.8, fixados com porcas sextavadas e anilhas de abas largas. O reforço do apoio será feito na totalidade com a colocação de duas próteses de madeira em pinho nacional e com as medidas indicadas nos pormenores e também ligadas através de varões M12.

Nota: Se se pretender esconder os varões de ligação, poder-se-á fixá-los 2 centímetros dentro da secção e sobre as quais se aplica uma tampa de madeira de pinho com intuito de uniformizar o exterior – o que obriga à furação com broca de madeira M24, com 4 centímetros de profundidade de ambos os lados, permitindo assim o disfarce dos varões. Esta opção não será aqui explorada mas não apresentaria um grande aumento de custo da operação.

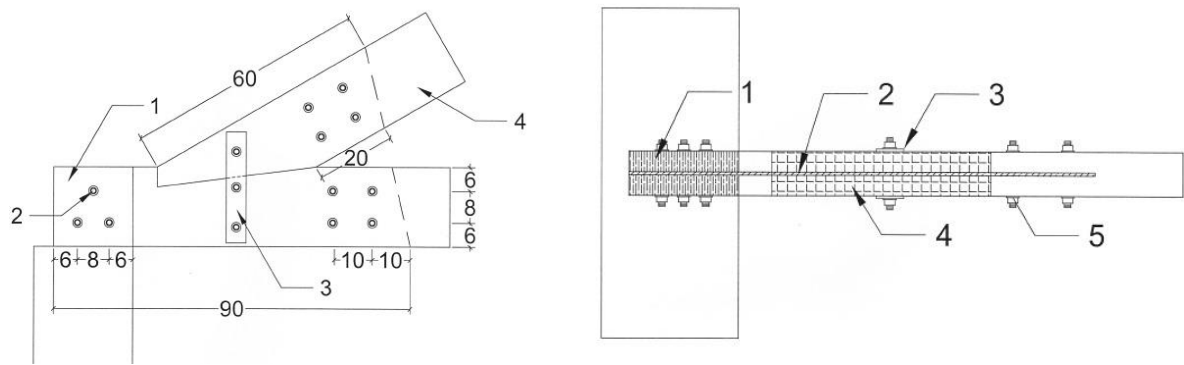


Figura 38 - Esquemas representativos da proposta de solução: Caso 6 (Legenda nos anexos)

Em seguida apresenta-se a sequência operativa que conduzirá à boa execução da proposta apresentada. Esta apresenta dois pontos que se prestam a esclarecimentos: em primeiro lugar a existência do tratamento curativo prende-se não com a madeira do apoio da linha da asna que é retirada, mas sim com a da ligação perna-linha que, apesar de menos afetada, deverá ser tratada. Em segundo lugar, a separação da serração da madeira do apoio a substituir e a abertura do rasgão para inserção da chapa, prende-se com o facto de a segunda necessitar de uma serra específica para este tipo de tarefa.

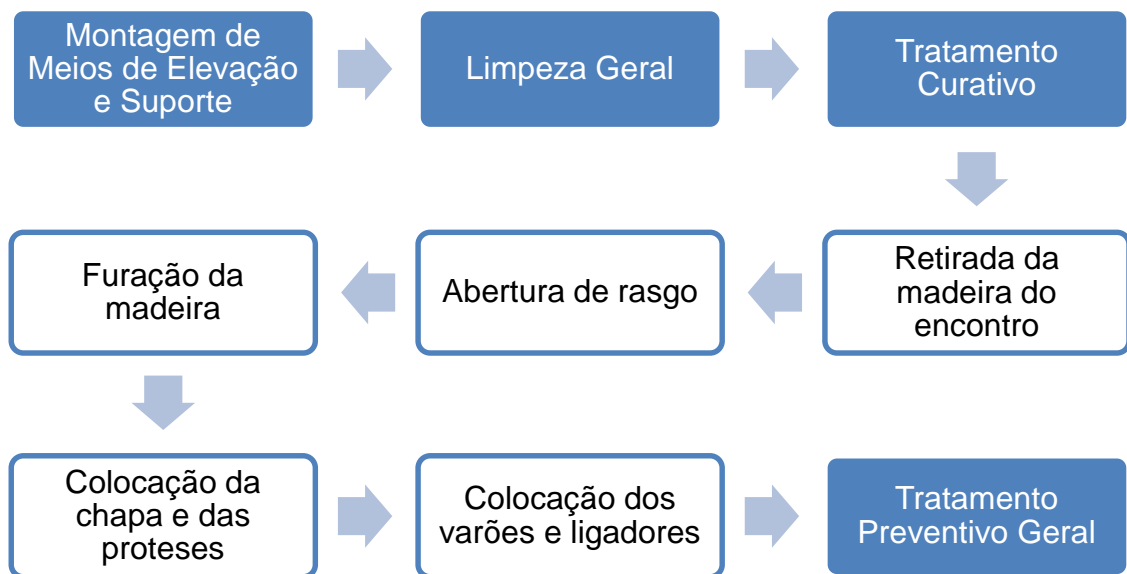


Figura 39 - Sequência Operativa: Caso 6

Por fim apresentamos o quadro dos fatores produtivos desta operação (ver quadro 8).

Quadro 8 - Fatores Produtivos: Caso 6

Materiais

- Madeira de pinho tratada
- Varão roscado de aço 8.8, M12 zincado
- Porca sextavada de aço Din/934 8.8, M12 zincado
- Anilha de chapa Din/125, M12 zincada
- Chapa de ferro com 6 milímetros de espessura

Mão-de-Obra

- Carpinteiro
- Ajudante

Equipamentos

- Berbequim
- Brocas para madeira M12
- Serra

3.2.2.3. Reforço de ligação da linha com elementos metálicos

Apesar de não ser a situação mais usual, é possível encontrar sem grande dificuldade asnas de cobertura com vãos superiores a 10 metros. Ora, dada a necessidade de cobrir este tipo de vãos e a dificuldade em encontrar matéria-prima de qualidade com dimensão suficiente, era comum realizar-se uma ligação entre elementos constituintes da linha em forma de raio de Júpiter (ver figura 42), adicionando-lhe assim um ponto frágil (Arriaga, et al., 2002).

Ao longo dos anos esta ligação, habitualmente colada, pode deteriorar-se deixando de ter capacidade de equilibrar os esforços de tração para os quais foi dimensionada.

Os elementos metálicos surgem assim como os mais simples e económicos para refazer uma ligação decisiva na estabilidade da asna, podendo optar-se por parafusos, varões roscados ou pernos adicionando-lhe ainda cintas o que garante não só um coeficiente de segurança superior como uma longevidade que, sem estas, não seria conseguida. Importa salientar, uma vez mais, a importância de os parafusos não serem dispostos numa única fiada, de forma a que a colocação destes não conduza a fissuras na madeira.

Como já referido, esta opção apresenta a desvantagem de inserir elementos metálicos visíveis, o que consoante o caso poderá não ser possível. (Arriaga, et al., 2002) refere que, nestes casos, as cintas poderão ser substituídas pela selagem da ligação com resina epoxi, aumentando o custo da operação e mantendo as já referidas reticências no que toca à evolução desta com o passar dos anos.

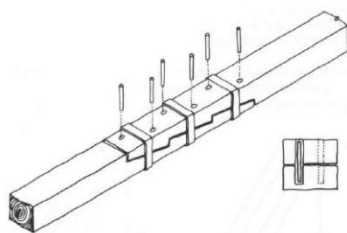


Figura 40 - Reforço da ligação da linha com elementos metálicos (Arriaga, et al., 2002)

Caso 7 - Reforço de ligação da linha com elementos metálicos

Problema:

Necessário o reforço da ligação intermédia da linha de uma asna de cobertura em pinho nacional, de secção 8x20, que apresenta deslocamentos relativos devido às forças de tração. A madeira da linha, assim como da restante estrutura, encontra-se em boas condições de preservação pelo que a sua substituição não se apresenta necessária.

Proposta de resolução:

Dado o estado de preservação da madeira sugere-se a colocação de parafusos verticais de 8 milímetros de espessura e 180 de comprimento dispostos em duas fiadas intercaladas. Estes deverão ser auto-perfurantes, evitando assim a furação da zona instável. Para aumento do coeficiente de segurança e da durabilidade da solução sugerimos ainda a instalação de 3 cintas de ferro de 5 milímetros de espessura, garantindo assim total robustez ao arrancamento e ao corte.

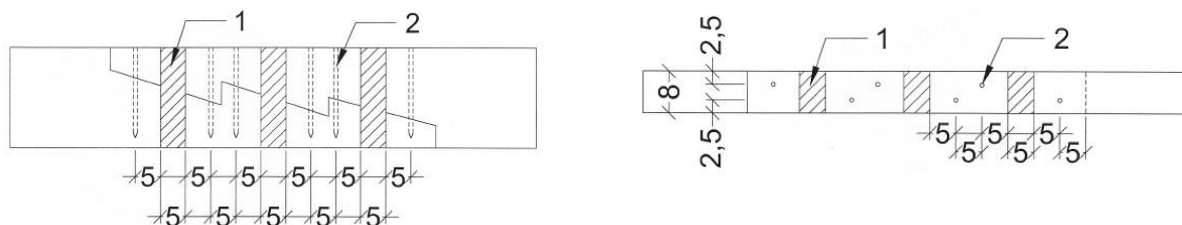


Figura 41 - Esquemas representativos da proposta de solução: Caso 7 (Legenda nos anexos)

Apesar de ser uma intervenção simples, a esquematização da figura 44 permite visualizar toda a proposta dividida em pequenas tarefas o que facilita o seu planeamento e execução. De notar a ausência de tratamento curativo e a presença de tratamento preventivo. A primeira prende-se com o facto de não existir qualquer patologia de origem biológica. Já a existência do segundo passa pela boa prática associada à aplicação de um tratamento preventivo em toda a estrutura sempre que haja nela uma intervenção. Como já referido, e à semelhança da limpeza geral, no caso de serem executadas varias tarefas na mesma estrutura, estas apenas se realizam uma vez.

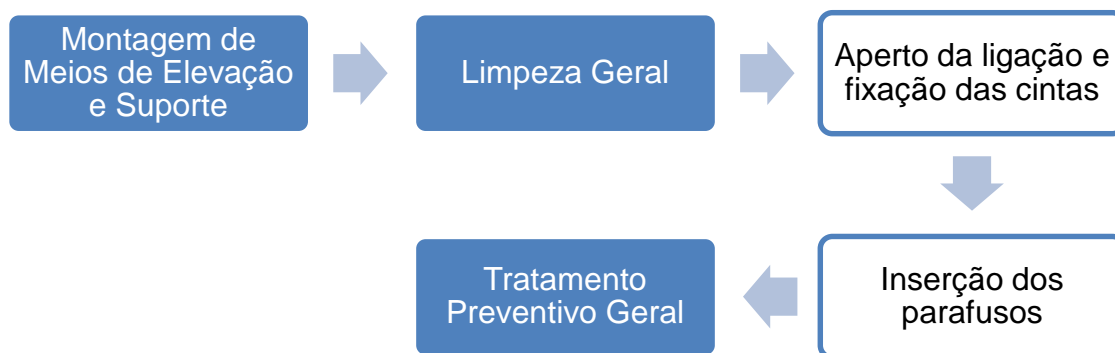


Figura 42 - Sequência Operativa: Caso 7

Resta apenas apresentar o mapa de fatores produtivos, que dada a já referida simplicidade da operação não apresenta novidade, não deixando ainda assim de ser importante (ver quadro 9).

Quadro 9 - Fatores produtivos: Caso 7

Materiais
<ul style="list-style-type: none"> • Cinta de ferro com 5 milímetros de espessura • Parafuso de aço galvanizado, auto-perfurante, de diametro 8 milímetros e comprimento 180 (Ref. comercial: Rothoblaas HBS 8x180)
Mão-de-Obra
<ul style="list-style-type: none"> • Carpinteiro • Ajudante
Equipamentos
<ul style="list-style-type: none"> • Berbequim

3.2.3. PROBLEMAS DE FENDILHAÇÃO

Os problemas de fendilhação são problemas comuns em estruturas de madeira podendo ser resultado tanto da retração devido à secagem – peças colocadas ainda verdes ou com teores de humidade diferentes dos do local da estrutura – como da assimetria de cargas instaladas.

Apesar de, muitas vezes, poderem não ser um problema que ponha em causa a estabilidade, a existência de fendas enfraquece a estrutura podendo levar a instabilidades importantes no caso de alterações de esforços. Dado o baixo custo deste tipo de intervenções recomenda-se que, sempre que existam fendas, estas sejam tratadas. Neste contexto exploram-se, como nos subcapítulos anteriores, os casos mais representativos desta família de patologias.

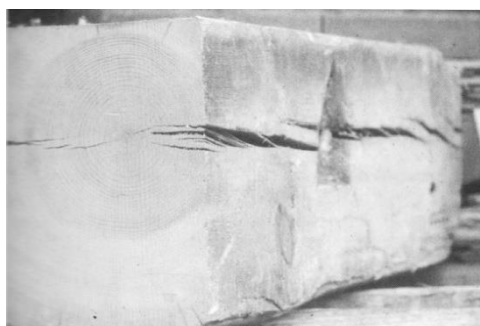


Figura 43 - Exemplo de viga com fendas de retração (Arriaga et al., 2002)

3.2.3.1. Reparação de fenda com elementos metálicos

A forma mais simples de fechar uma fenda de pequena expressão é recorrendo a parafusos ou varões roscados – estes apresentam impacto visual e ganham mais folga, tendo a vantagem de poderem ser reapertados. Com o desenvolvimento da indústria, temos hoje parafusos de elevadíssima resistência e que dificultam a sua própria movimentação depois de colocados – não permitem desaparafusar – o que dá grande segurança na reparação de fendas, uma vez que a tendência desta é para reabrir.

Assim, e para otimizar o sucesso da operação, os parafusos – de diâmetro reduzido - deverão ser colocados perpendicularmente à fenda, espaçados entre si, e com uma distância mínima de 5 centímetros ao bordo do elemento, evitando assim que estes sejam causadores de novas fendas (Reis, et al., 2006).

No caso de não ser possível efetuar a furação no sentido perpendicular da fenda – o que pode acontecer em fendas verticais - os parafusos deverão ser colocados a 45° de ambos os lados da fenda e não colinearmente.

No caso de a fenda apresentar maior expressão, é ainda possível aparafusar uma chapa metálica no topo da fenda, impedindo a expansão desta. Apesar de mais eficaz, esta operação apresenta um impacto estético.

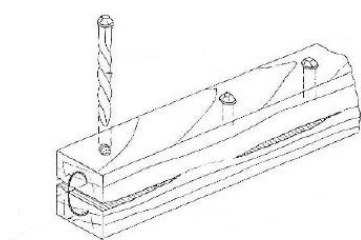


Figura 45 - Reparação de fenda com parafuso perpendicular (Ilharco, 2008)

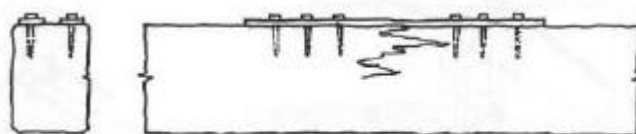


Figura 44 - Reparação de fenda com parafusos paralelos à fenda (Arriaga, et al., 2002)

Caso 8 – Reparação de pequena fenda com parafusos

Problema:

Necessária a reparação de uma fenda a meio vão da linha de uma asna de pinho nacional, secção 20x8. A fenda a reparar desenvolve-se na vertical, com meio centímetro de rejeição e uma profundidade aproximada de 6 centímetros. A asna foi já submetida a intervenções nos apoios e numa perna, pelo que as tarefas de carácter geral encontram-se concluídas pelo que não deverão ser incluídas nesta rubrica.

Proposta de Resolução:

Dadas as operações já realizadas e a garantia de estabilidade da estrutura que desta advém, propomos para este caso uma solução muito limpa e de execução simples. Consiste na selagem da fenda através de parafusos que, não podendo ser perpendiculares à fenda, serão inseridos a 45 graus com duas fiadas intercaladas. Os parafusos a utilizar deverão ser auto-perfurantes – evitando a necessidade de furar a viga previamente - e de rosca profunda e de passo rápido que preencha a totalidade do parafuso. A ausência de rosca completa levará ao enfraquecimento da zona inicial que, no presente, é a zona onde o reforço é mais necessário. Esta solução garante a estabilização da fenda, não permitindo que esta mantenha a sua tendência de aumento progressivo.

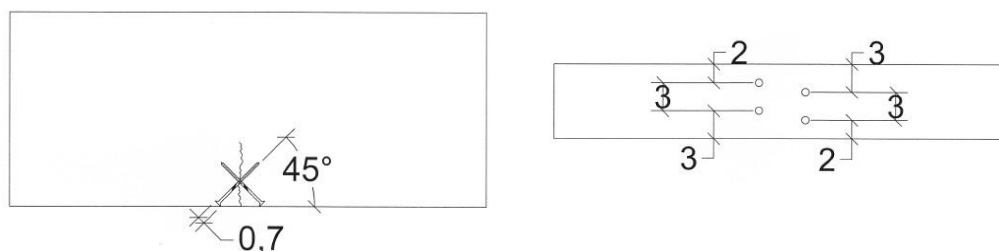


Figura 46 - Esquemas representativos da proposta de resolução: Caso 8 (Legenda nos anexos)

Dadas as ausências das tarefas de carácter geral, que numa intervenção tão simples poderiam ser discutidas mas que no presente caso estarão já efetuadas a sequência operativa cingir-se-ia apenas à colocação dos parafusos, razão pela qual a figura representativa desta não é apresentada. Ainda assim parece importante que sejam expressos os fatores produtivos necessários, uma vez que a especificação dos parafusos para este tipo de intervenções se apresenta relevante (ver quadro 10).

Quadro 10 - Fatores produtivos: Caso 8

Materiais

- Parafuso de aço galvanizado, auto-perfurante, com rosca profunda e de passo rápido e preenchendo a totalidade do parafuso, de diâmetro 7 milímetros (Ref. comercial: Rothoblaas VGZ 7x180)

Mão-de-Obra

- Carpinteiro
- Ajudante

Equipamentos

- Berbequim

Caso 9 – Reparação de fenda na perna com chapa metálica

Problema:

Necessário o reforço da perna de uma asna de madeira de pinho nacional com secção tradicional de 20x8 e que apresenta uma fenda com grande expressão, podendo por em causa a estabilidade futura de toda a estrutura. Pretende-se que a operação seja pouco intrusiva e de simples resolução uma vez que a asna em questão não se apresenta visível. Toda a restante estrutura encontra-se em bom estado de conservação pelo que se excluem quaisquer outros tipos de trabalho.

Proposta de resolução:

Dadas as premissas do problema, propomos a colocação de duas chapas metálicas externas, fixadas com varões roscados M12, centradas no local da fenda. Estas permitirão não só que a fenda não se desenvolva mais, como também fazer a transmissão dos esforços sem que a secção fraturada seja solicitada. Importa salientar que os varões deverão ser colocados como descrito nos pormenores, não tornando estes como causa de novas fissurações. A chapa deverá ainda apresentar tratamento ao fogo prévio, uma vez que fica colocada no exterior da madeira.

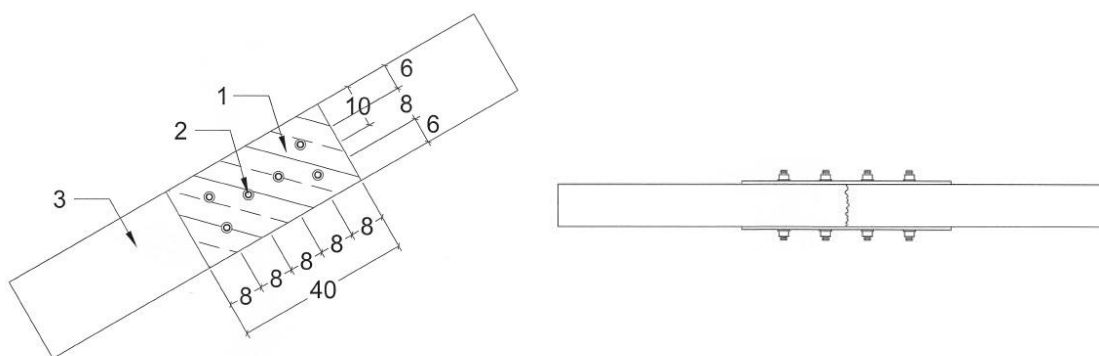


Figura 47 - Esquemas representativos da proposta de resolução: Caso 9 (Legenda nos anexos)

Na figura 50 esquematiza-se a sequência operativa que permitirá a boa execução da solução proposta.

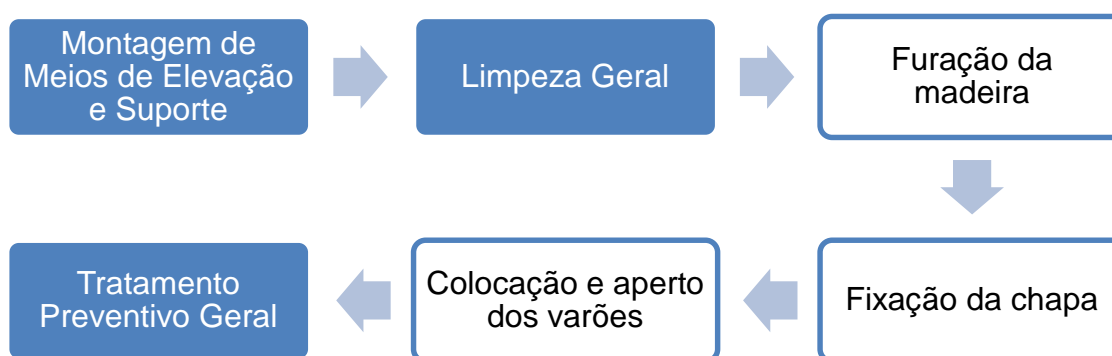


Figura 48 - Sequência Operativa: Caso 9

Por fim importa discriminar os fatores produtivos, sem os quais a tarefa não poderá ser executada (ver quadro 11).

Quadro 11 - Fatores produtivos: Caso 9

Materiais
<ul style="list-style-type: none"> • Chapa de ferro de 6 milímetros • Varão roscado de aço 8.8 M12 zincado • Porca sextavada de ao Din/934 8.8 M12 zincada • Anilha de chapa Din/125 M12 zincada
Mão-de-Obra
<ul style="list-style-type: none"> • Carpinteiro • Ajudante
Equipamentos
<ul style="list-style-type: none"> • Berbequim • Broca M12

3.2.3.2. Selagem de fendas com resina epóxi

À semelhança da consolidação dos apoios das asnas, também as fendas podem ser seladas recorrendo a resinas epóxi. Apesar da tecnologia ser em tudo semelhante, neste tipo de intervenções se selagem, é necessário distinguir se as fendas percorrem todo o elemento ou se se trata de uma fenda pontual. No primeiro caso utilizamos uma resina de baixa viscosidade, aplicada por injeção, permitindo que esta atravesse as fendas. É neste caso importante que sejam fechadas previamente todas as saídas possíveis com exceção do ponto de entrada e de saída, tornando assim possível controlar o processo. Por sua vez na selagem duma fenda pontual, habitualmente geradas por retração, utiliza-se uma resina de alta viscosidade e módulo de elasticidade, aplicada por preenchimento, tornando a secção mais uniforme (aplicadas como uma pasta).



Figura 49 - Fendas seladas com resina epóxi (Lopes, 2007)

Caso 10 - Selagem de fendas com resina epóxi

Problema:

Necessária a selagem de uma família de fendas existentes na linha de uma asna de pinho nacional com secção tradicional (20x8). Originadas pelas retração da madeira, as fendas desenvolvem-se horizontalmente e apresentam ligação entre si no interior da viga. A restante estrutura encontra-se em bom estado de conservação pelo que não são necessárias outras intervenções.

Proposta de Resolução:

Dada a dispersão de fendas no interior da viga e a ligação existente entre elas, propomos que a resolução do presente caso passe pela injeção de resina epóxi, de baixa viscosidade, para que esta preencha todos os espaços vazios e assim torne a linha novamente como um elemento compacto. Como já referido é necessários que apenas duas saídas se mantenham abertas – a de entrada e a de saída – fechando-se qualquer outra para que a pressão da injeção não se perca e faça a resina avançar. Por fim, deve ser aplicada por pincelagem uma demão de resina na superfície da linha para que todas as fendas fiquem bem fechadas. Importa por fim frisar que os tempos de cura da resina escolhida deverão ser cumpridos, não retirando o escoramento até que este processo esteja concluído.

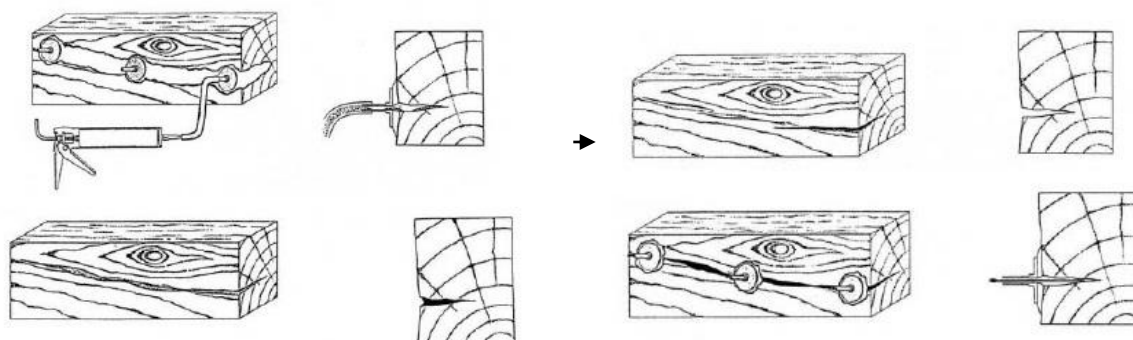


Figura 50 - Selagem de fendas com resina epóxi (Lopes, 2007)

Em seguida apresenta-se esquematizada a sequência operativa que levará à boa execução da tarefa. É de notar que nesta não se encontra a aplicação de tratamento curativo, por razões explicitadas nos casos anteriores. Note-se também que a primeira tarefa específica menciona a colocação de injetores, que deverão ser espaçados consoante as ligações entre as fendas e a disponibilidade presente – havendo mais boquilhas o processo poderá ser mais eficaz.

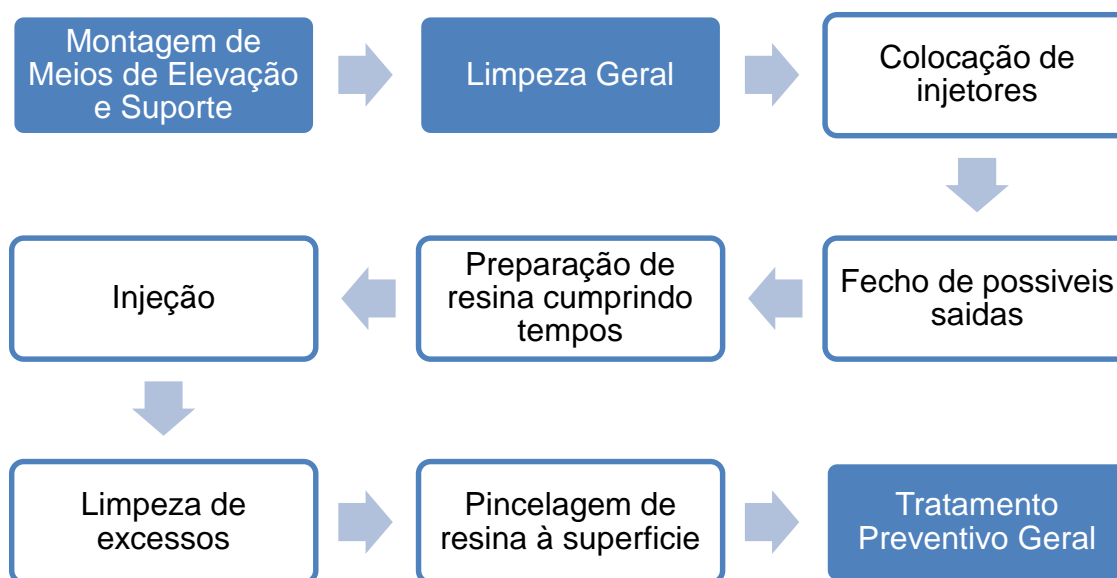


Figura 51 - Sequência Operativa: Caso 10

Resta apenas apresentar o quadro de fatores produtivos para que toda a informação necessária à realização desta tarefa esteja completa (ver quadro 12).

Quadro 12 - Fatores produtivos: Caso 10

Materiais
<ul style="list-style-type: none">• Adesivo epoxídico bicomponente, de consistência pouco viscosa (Ref. comercial Mapei Gel 120)
Mão-de-Obra
<ul style="list-style-type: none">• Carpinteiro• Ajudante
Equipamentos
<ul style="list-style-type: none">• Pistola (respeitando as indicações do adesivo utilizado)• Injetores

3.2.4. PROBLEMAS DE SECÇÃO INSUFICIENTE

Assim como as secções apoiadas, também as secções a meio vão poderão necessitar de aumentos de inércia, em virtude de apresentarem secções insuficientes ou de o processo de reabilitação introduzir cargas adicionais. A simples atualização das necessidades da cobertura, isto é, o acréscimo de elementos essenciais como sejam os isolamentos, poderá corresponder a um aumento de carga que as pernas – elemento habitualmente mais sobrecarregado – não tenham capacidade de suportar.

Torna-se então necessário o controlo da capacidade resistente da seção existente e o domínio das técnicas de reforço descritas nos pontos 3.2.1.3. - elementos de madeira - e 3.2.1.4. – elementos metálicos - uma vez que estas são as mais indicadas para o reforço deste tipo de elemento. É ainda possível concretizar este tipo de reforço recorrendo a resinas epóxi, com custos mais elevados e as vantagens e desvantagens já mencionadas.

Importa ainda salientar que no reforço com elementos metálicos no caso das pernas, é mais comum que sejam utilizadas chapas metálicas em vez de perfis UPN, por razões estéticas.

Neste subcapítulo, dada a semelhança com os pontos acima referidos, trata-se o reforço com elementos de madeira, o que servirá de exemplo.

3.2.4.1. Aumento de Inércia da perna com elementos de madeira

Sendo em tudo semelhante ao ponto 3.2.1.3. o aumento de inércia de uma perna apresenta apenas dois pormenores que o diferenciam deste: a extensão, e a compatibilização com a ligação perna-linha. Do primeiro resulta o problema do funcionamento da nova secção como uma, o que obriga ao controlo da encurvadura das peças, ou seja, obriga a limitar o afastamento entre ligadores. Não é demais reafirmar que os novos elementos de madeira deverão estar bem secos e tratados contra os agentes bióticos antes da sua colocação em obra, podendo mesmo estar em obras alguns dias para que apresentem o teor de humidade ambiente adequado momento da instalação. Do segundo resulta a necessidade de garantir não

apenas que a ligação perna-linha original se apresenta coesa, como também que a ligação das novas peças com esta permita a transmissão eficiente de forças (ver figura 54).

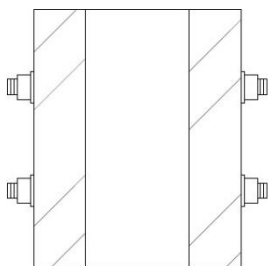


Figura 52 - Aumento de inércia de uma viga

Caso 11 - Aumento de Inércia da perna com elementos de madeira

Problema:

Necessário o aumento da secção resistente das pernas de uma asna de pinho nacional, as quais terão de resistir a cargas superiores devido ao aumento do peso próprio do telhado. As pernas têm secção 20x8, um comprimento de aproximadamente 3 metros e encontram-se em bom estado, assim como a restante estrutura da cobertura. Pretende-se que a intervenção seja o menos intrusiva possível, tentando preservar a imagem original da asna. Exclui-se deste trabalho qualquer tratamento curativo, dada a inexistência de patologias de origem biológica, o que não implica a exclusão do tratamento preventivo genérico.

Proposta de Resolução:

Dada a intenção de preservação do aspeto original da asna, propomos que o aumento de inércia seja realizado com recurso a tábuas de madeira de pinho com altura igual e metade da espessura da secção original – uma de cada lado da asna. Esta medida não garante apenas a manutenção pretendida como acarreta menor custo. A ligação das tábuas à perna será realizada com 4 grupos de 5 varões roscados M12, que distam entre si um máximo de 40 centímetros, garantindo assim a simbiose de funcionamento. A ligação perna-linha deve ser reforçada com um elemento da mesma madeira a reforçar a linha e no qual termina o reforço da perna. Este será ligado à perna para que os esforços sejam transmitidos com total eficiência. Propõe-se ainda a colocação de ligadores metálicos a unir as novas peças às ligações originais perna-linha e perna-pendural, como se pode verificar nos esquemas proposto, reforçando os pontos mais débeis da estrutura original e garantindo assim o perfeito funcionamento estrutural.

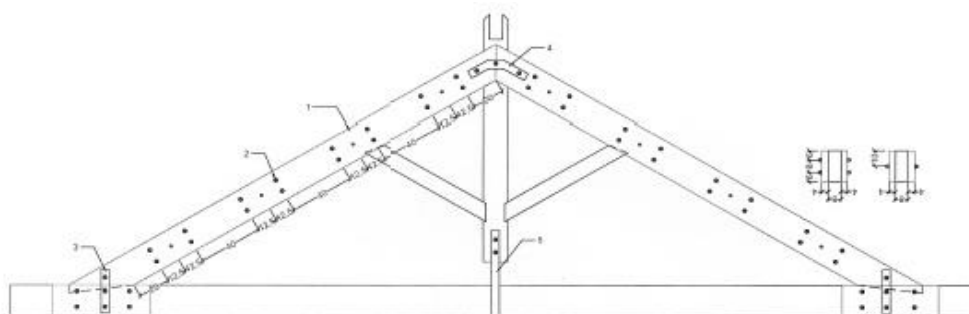


Figura 53- Esquema representativo da proposta de solução: Caso 11 (Legenda nos anexos)

Não sendo uma tarefa simples, é de superior importância que se tenha em atenção a sequência operativa e que pretende dividir em tarefas pequenas que desde que, executadas com rigor, conduzirão à boa concretização da proposta de resolução apresentada (ver figura 56).

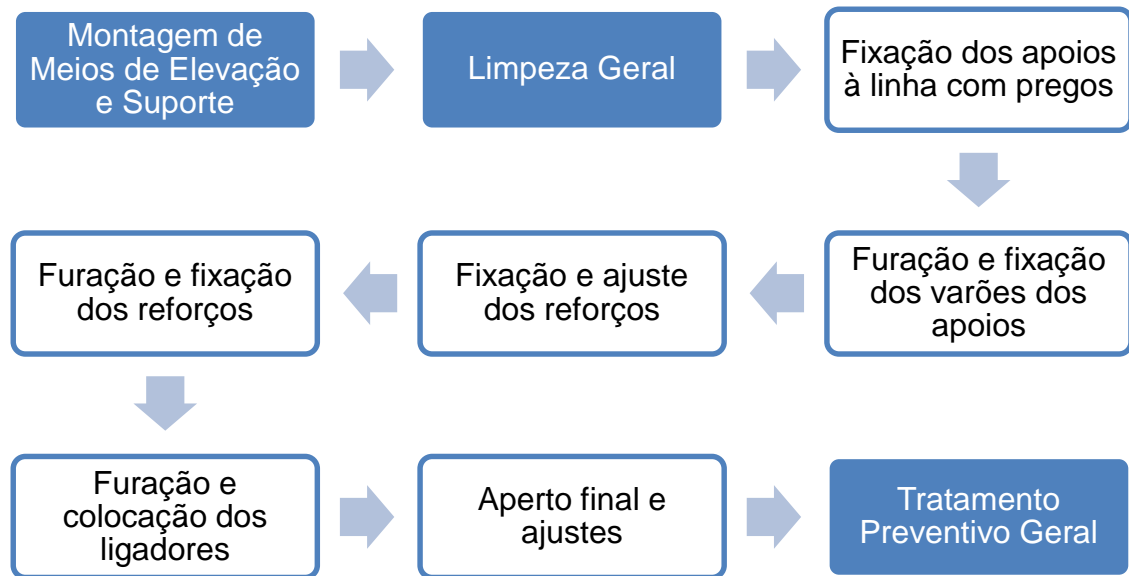


Figura 54 - Sequência Operativa: Caso 11

Finalmente, é importante que se especifiquem todos os fatores de custos da proposta em estudo, terminando assim a informação necessária à concretização da intervenção (ver quadro 13).

Quadro 13 - Fatores produtivo: Caso 11

Materiais
<ul style="list-style-type: none"> • Madeira de pinho nacional tratada • Varão roscado de aço 8.8 M12 zincado • Porca sextavada de ao Din/934 8.8 M12 zincado • Anilha de chapa Din/125 M12 zincada • Ligadores de ferro com 5 milímetros de espessura (diversas ligações)
Mão-de-Obra
<ul style="list-style-type: none"> • Carpinteiro • Ajudante
Equipamentos
<ul style="list-style-type: none"> • Berbequim • Broca M12

3.2.5. SUBSTITUIÇÕES

Findadas as opções de recuperação do elemento estrutural da asna é possível efetuar a sua substituição integral, seja de uma perna, de uma linha ou mesmo de uma asna completa que possa estar em estado avançado de degradação e que, não apresentando valor patrimonial, determine como mais interessante a colocação de uma nova asna.

Ressalva-se que, apesar de parecer tentadora a ideia de fabricar toda a asna em oficina e de a instalar, este não é o procedimento mais correto dado não só o valor patrimonial, que se deve conservar, mas também o funcionamento estrutural do sistema de cobertura que será perturbado pela retirada de madeira antiga e inserção de madeira nova (ICOMOS, 2003). Importa também dar destaque à necessidade de desmontagem e posterior remontagem da estrutura secundária e do telhado, nos casos de substituição de pernas ou de toda a estrutura. Mais uma vez damos nota para a ausência destas tarefas na orçamentação dos casos seguintes, o que muitas vezes acontece na prática da profissão surgindo estas numa rubrica separada uma vez que, estando as asnas em mau estado de conservação, também os restantes elementos do telhado, nomeadamente madres, varas e ripas, necessitarão de intervenção profunda.

Importa ainda salientar a decisiva importância dos meios de suporte, nomeadamente dos escoramentos, neste tipo de operações, uma vez que durante um grande período de tempo a estrutura terá falta de elementos.

Finalmente, não fará sentido fazer a substituição de um elemento sem que se compreenda o porquê da sua degradação e, que se proceda à respetiva eliminação da causa.

3.2.5.1. Substituição integral da linha da asna



Figura 55 - Novas asnas colocadas em edifício na rua de Miraflor

No caso de um elemento da asna estar muito degradado a melhor solução é a sua substituição, mantendo a restante estrutura através de escoramento. Este processo, que se apresenta simples, necessita de alguma reflexão no que se refere ao tratamento da madeira já referido e às ligações destes novos elementos.

No caso da substituição integral da linha, é necessário pensar nas ligações à alvenaria e à perna. No primeiro caso, e sabendo que a linha existente apresentava problemas, estes deverão ser tratados (ver 3.1.) sob pena de a nova linha refletir os mesmos problemas. A abertura na parede deve ainda permitir a circulação de ar, minimizando assim as condensações e a existência de humidade acumulada. No caso da ligação perna-linha, é necessário que em oficina se reproduza o entalhe semelhante ao existente e que

a ligação seja reforçada com um elemento metálico, tornando-a sólida e minimizando as potenciais diferenças de comportamento entre a nova madeira e a existente.

Caso 12 - Substituição integral da linha da asna

Problema:

Necessária a intervenção na linha de uma asna de cobertura. A linha, de pinho nacional (20x8) com 6 metros de comprimento, apresenta degradações graves nas zonas dos apoios bem como fendas profundas devidas à retração da madeira. A degradação, causada por fungos de podridão branca ativos, é elevada na zona em contacto com a alvenaria mas não atinge a ligação perna-linha, pelo que este elemento se encontra em boas condições de conservação, assim como a restante estrutura.

Proposta de resolução:

Dada a quantidade de patologias que afetam a linha, opta-se por propor a sua substituição integral, mantendo a restante estrutura que se encontra bem. Esta será feita em oficina, com todos os entalhes necessários, seca e colocada em obra, pelo menos uma semana antes da sua colocação. As ligações às pernas e ao pendural será feita com elementos metálicos de ambos os lados fixados com varões roscados, estabilizando a asna e evitando empenos. A zona da entrega deverá ainda ser deixada com folga, permitindo a ventilação e evitando assim o reaparecimento de fungos. Propõe-se também que se coloquem ligadores metálicos a reforçar as restantes ligações da asna, tornando-a assim mais coesa. Toda a estrutura deverá ser ainda tratada com produto preventivos.

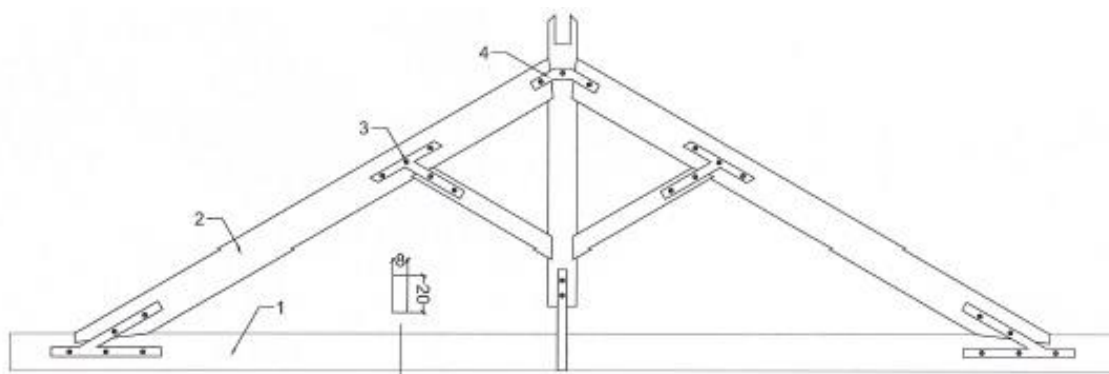


Figura 56 - Esquema representativo da proposta de resolução: Caso 12 (Legenda nos anexos)

De seguida apresenta-se a sequência operativa proposta, a qual levará à melhor execução da tarefa proposta (ver figura 59).

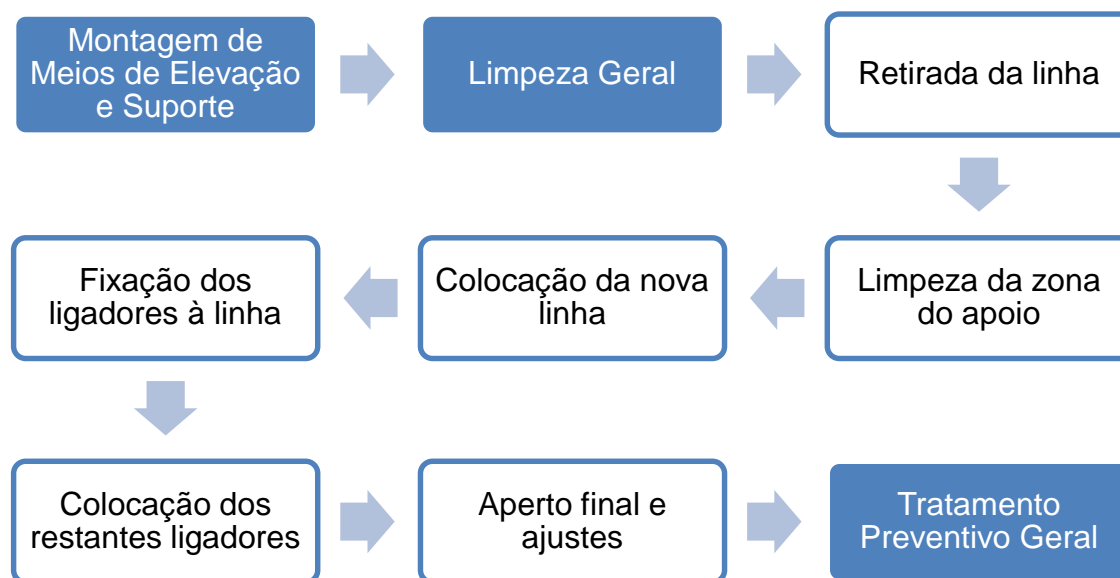


Figura 57 - Sequência Operativa Caso 12

Por fim apresenta-se o quadro de fatores produtivos, os quais permitirão a execução da intervenção proposta de forma correta e eficiente (ver quadro 14).

Quadro 14 - Fatores produtivos: Caso 12

Materiais
<ul style="list-style-type: none"> • Madeira de pinho nacional • Varão roscado de aço 8.8 M12 zincado • Porca sextavada de ao Din/934 8.8 M12 zincada • Anilha de chapa Din/125 M12 zincada • Ligadores de ferro com 5 milímetros de espessura (diversas ligações)
Mão-de-Obra
<ul style="list-style-type: none"> • Carpinteiro • Ajudante
Equipamentos
<ul style="list-style-type: none"> • Berbequim • Broca M12

3.2.5.2. Substituição integral da perna da asna

Analogamente à substituição da linha, a substituição da perna apresenta-se como uma operação simples mas que necessita de algum cuidado no que às ligações diz respeito. Neste caso a ligação perna-linha, a ligação perna-escora e a ligação perna-pendural.

À semelhança do já referido em 3.2.5.3. todas as ligações madeira-madeira deverão apresentar entalhes e serem reforçadas com elementos metálicos, garantindo a solidez e coesão.

Caso 13 - Substituição integral da perna da asna

Problema:

Necessária a intervenção numa perna de uma asna de cobertura. Feita em madeira de pinho nacional e com secção tradicional de 20x8 e um comprimento de aproximadamente 3 metros a perna apresenta duas fendas expressivas que terão origem na redução de secção por responsabilidade de fungos de podridão parda ativos. A degradação deve-se à entrada de água no telhado na vertical do local mais afetado. Os elementos biológicos encontram-se já disseminados por grande parte do elemento, não tendo ainda afetado qualquer outro. Os restantes estão assim em boas condições, tanto estrutural como esteticamente, pelo que não será necessária a intervenção nestes. Excluem-se desta tarefa os trabalhos de desmonte do telhado e da estrutura secundária da cobertura.

Proposta de resolução:

Uma vez que a degradação é já muito extensa e de elevado grau de destruição, propõe-se a substituição da perna completa, não colocando assim a contaminação dos elementos adjacentes. A nova perna será de madeira igual à original, seca e fabricada em oficina. Pelo facto de a obra não estar coberta, a nova peça deverá ser transportada para a obra com o menor tempo de antecipação possível. A fixação desta aos elementos adjacentes será realizada por meio de entalhes – executados em oficina e coincidentes com os existentes - e de elementos metálicos que garantirão a estabilidade da estrutura. Com o intuito de maximizar e generalizar esta estabilização, propõe-se ainda o reforço com ligadores metálicos de todas as ligações de elementos da asna e não apenas dos pertencentes à nova perna. Toda a estrutura deverá ser tratada com um produto preventivo, impedindo novos contágios (ver figura 60).

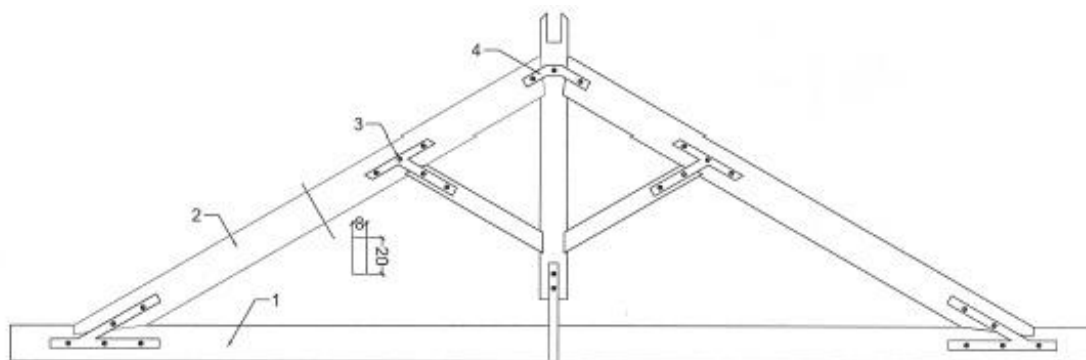


Figura 58 - Esquema representativos da proposta de resolução: Caso 13 (Legenda nos anexos)

Segue-se a representação da sequência operativa que permitirá a boa execução da solução proposta. Apesar de igual à sequência do caso 12, esta apresenta uma dificuldade maior ao nível do escoramento que não é mencionada no esquema mas o qual se salienta e que se refletirá num custo de mão-de-obra superior, no que diz respeito às tarefas gerais (ver figura 61).

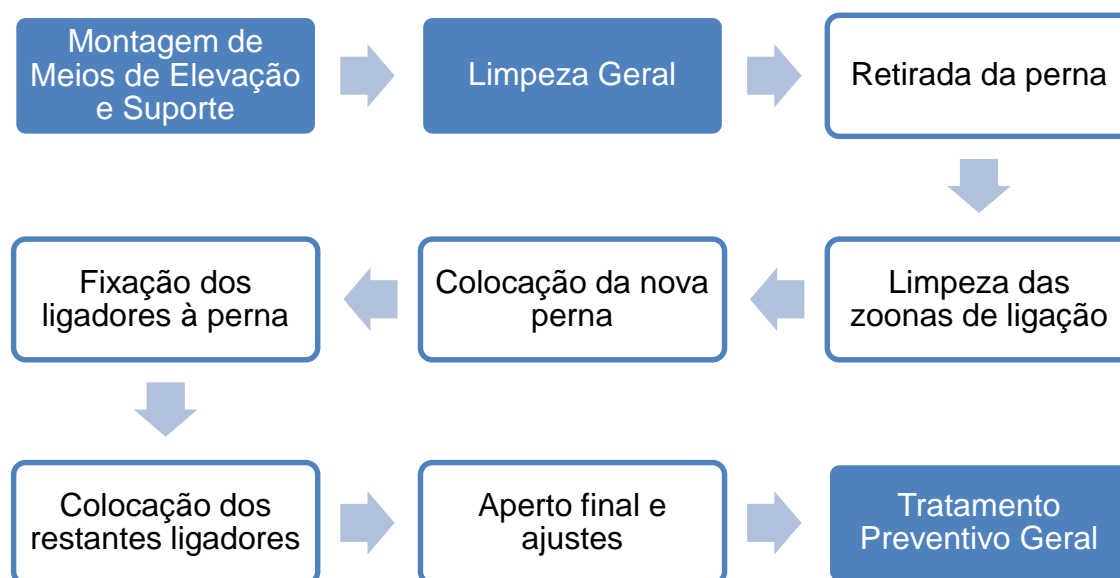


Figura 59 - Sequência Operativa: Caso 13

Finalmente apresenta-se o quadro de fatores produtivos da proposta apresentada (ver quadro 17).

Quadro 15 - Fatores produtivos: Caso 13

Materiais
<ul style="list-style-type: none"> • Madeira de pinho nacional • Varão roscado de aço 8.8 M12 zincado • Porca sextavada de ao Din/934 8.8 M12 zincada • Anilha de chapa Din/125 M12 zincada • Ligadores de ferro com 5 milímetros de espessura (diversas ligações)
Mão-de-Obra
<ul style="list-style-type: none"> • Carpinteiro • Ajudante
Equipamentos
<ul style="list-style-type: none"> • Berbequim • Broca M12

3.2.5.3. Substituição integral da asna

No caso de todos os elementos da asna estarem degradados, inviabilizando as operações de reabilitação pontuais, é possível fabricar uma asna semelhante em oficina e coloca-la, mantendo a restante estrutura. Esta será transportada para a obra desmontada, pelo que todas as ligações deverão ser realizadas tendo em conta as considerações acima apresentadas.

Caso 14 - Substituição integral da asna

Problema:

Necessária a intervenção estrutural numa asna de cobertura, em pinho nacional, que se encontra em condição precária de conservação. A asna apresenta uma estrutura tradicional portuguesa, com uma linha de 6 metros de comprimento, secções de 20x8 – excetuando as escoras que apresentam metade da secção – e uma inclinação das pernas muito próxima dos 30 graus. Os encontros apresentam-se muito degradados pela ação de caruncho grande (*Hylotropes Bajulus L.*) inativo, comprometendo a ligação perna-linha. A linha apresenta fendas verticais, não estando ligada ao pendural. A asna não apresenta valor patrimonial ou arquitetónico no edifício, apesar de a manutenção da imagem da cobertura se pretender manter. Excluem-se deste trabalho as tarefas de desmontagem dos revestimentos cobertura e da estrutura secundária em madeira bem como a sua posterior montagem.

Proposta de resolução:

Dado o número de intervenções necessárias à reabilitação da estrutura original, e o custo que estas acarretariam, propõe-se a substituição da asna completa por uma feita em oficina. Esta será feita de madeira de pinho, idêntica à asna original, e com as ligações semelhantes e reforçadas com ligadores metálicos. Toda a madeira deverá estar seca no momento da aplicação e deverá ser tratada preventivamente. A zona dos encontros deverá manter-se aberta permitindo a ventilação e assim reduzindo a probabilidade de contaminação por agentes bióticos.

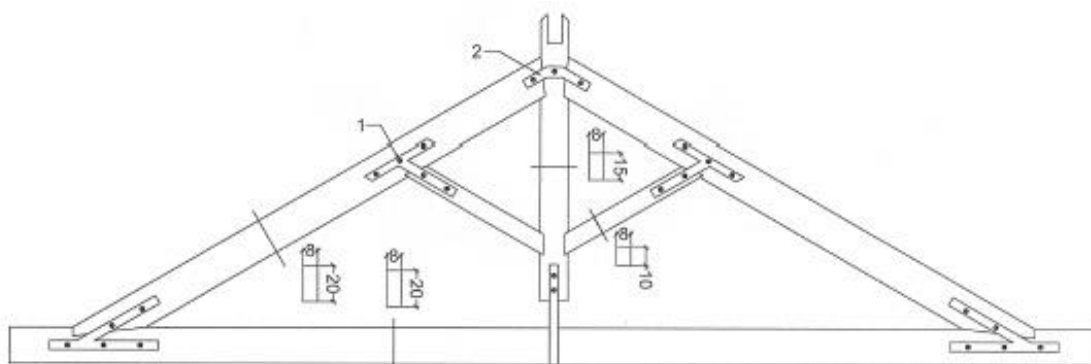


Figura 60 - Esquema representativos da proposta de resolução Caso 14 (Legenda nos anexos)

Apesar de ser totalmente fabricada em oficina, a montagem de uma nova asna implica que se respeite a sequência operativa, sob pena de esta apresentar mau funcionamento com o passar do tempo. Esta sequência, que não apresenta tratamento curativo e limpeza geral uma vez que não se propõe a manutenção de nenhuma peça de madeira, mantém a necessidade de meios de elevação e de

escoramentos durante os processos de montagem e de desmontagem. Sabendo isto, a figura seguinte esquematiza a sequência operativa ótima (ver figura 63).

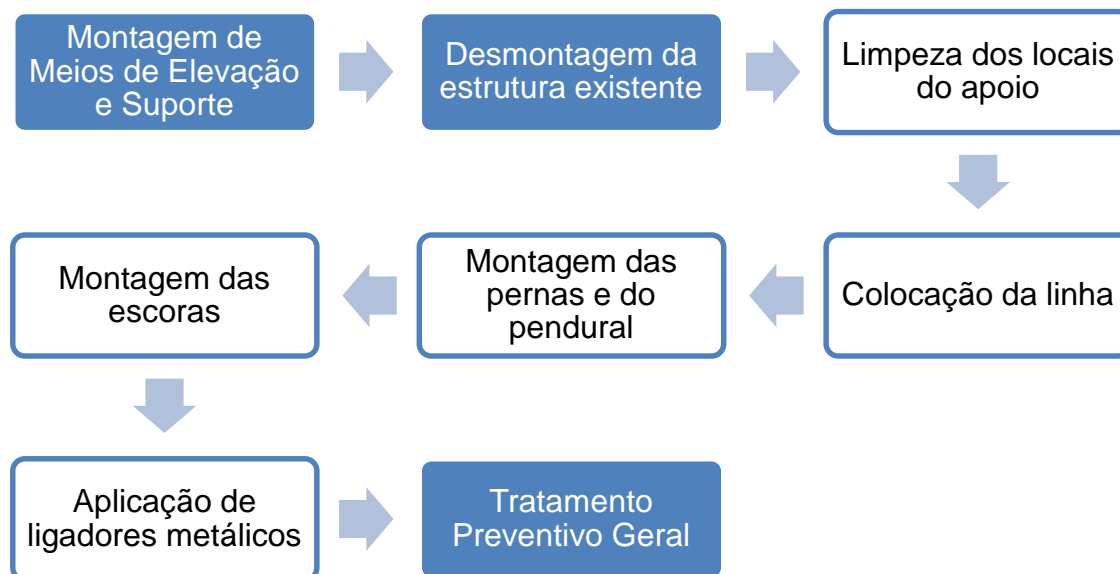


Figura 61 - Sequência Operativa: Caso 14

Por fim apresenta-se o quadro dos fatores de custos da resolução proposta, concluindo assim a informação necessária à sua realização (ver quadro 16).

Quadro 16 - Fatores Produtivos: Caso 14

Materiais
<ul style="list-style-type: none"> • Madeira de pinho nacional • Varão roscado de aço 8.8 M12 zincado • Porca sextavada de ao Din/934 8.8 M12 zincada • Anilha de chapa Din/125 M12 zincada • Ligadores de ferro com 5 milímetros de espessura (diversas ligações)
Mão-de-Obra
<ul style="list-style-type: none"> • Carpinteiro • Ajudante
Equipamentos
<ul style="list-style-type: none"> • Berbequim • Broca M12

4

ORÇAMENTAÇÃO

Terminada no capítulo anterior a descrição tecnológica tanto das tarefas de carácter genérico como das diferentes opções de intervenção apresentadas, surge a necessidade de desenvolver a melhor forma de as orçamentar para posterior comparação.

Em primeiro lugar é necessário compreender que o orçamento não é mais que a forma de a empresa se comprometer com o dono de obra sobre o custo da realização do trabalho em estudo – excluindo trabalhos a mais e a menos que com o decorrer da obra sejam acrescentados. Desta forma, o orçamento mede também o interesse da empresa em determinada obra uma vez que, quanto maior o interesse, maior será o esforço pela orçamentação criteriosa e que permita reduzir conscientemente o preço apresentado.

Importa assim distinguir dois conceitos simples, mas que com frequência se confundem: o custo e o preço. O custo é parte do orçamento que depende diretamente da engenharia, ou seja, este resulta dos cálculos dos fatores de custo, dos custos de estaleiro e dos custos indiretos. Por sua vez o preço, vulgarmente denominado preço de venda, é da responsabilidade da administração da empresa e apenas tem em conta os fatores económicos do momento. A presente dissertação pretende definir custos.

Tradicionalmente no mercado da construção civil existem três formas distintas de orçamentar um projeto: através da análise direta do preço base, através de um rácio por metro quadrado ou através da análise dos fatores de custo. Pode ainda assistir-se a combinações destas formas, com uma empresa a orçamentar os fatores de custos que de si dependem e por área de intervenção as subempreitadas a que necessitará de recorrer, por exemplo. É de fácil compreensão que, cada uma das formas, implica maior esforço da empresa concorrente do que a anterior, mas que apenas este trabalho permitirá uma proposta consciente para a empresa e concorrencial para o dono de obra.

O presente capítulo pretende então orçamentar os fatores de custo – também denominados por recursos ou fatores de produção – de cada um dos casos descritos no capítulo anterior, servindo assim como proposta de estrutura de custos para as intervenções de reabilitação em elementos de madeira que, como comprovado em 1.3, não apresentam regra no mercado atual.

Mantendo a organização do documento para mais simples compreensão e pesquisa, primeiramente trataremos as tarefas de carácter geral, e posteriormente as propostas de intervenção apresentadas em 3.2.

Uma vez que os orçamentos resultantes da presente dissertação não pretendem fornecer informação direta sobre custos e rendimentos, mas sim propor uma metodologia para que as empresas possam organizar a sua forma de trabalhar e assim se tornem mais eficientes e rigorosas, opta-se por não fornecer

os custos de materiais e os rendimentos de mão-de-obra como um valor único, mas sim como um intervalo de valores em que é provável que estes se encontrem. No que toca ao custo dos materiais, este intervalo pretende demonstrar claramente que, havendo mais do que um vendedor no mercado, os custos de materiais podem e devem ser um aspeto importante a trabalhar pelas empresas, que em momento algum podem deixar de procurar fornecimentos mais vantajosos, seja no custo seja nas condições de pagamento. Relativamente aos rendimentos de mão-de-obra, o facto destes serem apresentados sob a forma de intervalos permite não apenas a sua aproximação à realidade - uma vez que não só a mão-de-obra varia - como também as condições de trabalho, mas também relembrar as empresas que este é o ponto fundamental com que devem trabalhar, e devem fazê-lo de duas formas completares – aumentar o rendimento da sua mão-de-obra e acima de tudo conhecê-lo com rigor para que os orçamentos possam ser rigorosos. Apenas desta forma é possível apresentar propostas concorrenciais, com conhecimento real do risco inerente.

Importa salientar que estes intervalos não surgem como valores estatísticos, uma vez que a quantidade de dados obtida tornaria o erro demasiado elevado. Assim estes pretendem apresentar-se como uma gama de valores em torno dos valores obtidos no mercado e na base de dados da empresa 3M2P, que balize de forma mais real a dispersão dos valores obtidos.

4.1. FATORES DE CUSTO

Os fatores de custos, muitas vezes denominados de recursos ou fatores produtivos, dividem-se em materiais, mão-de-obra, equipamento e subempreitadas ou fornecimentos externos (Faria J. A., 2012). Na presente dissertação serão excluídas as subempreitadas, uma vez que todas as tarefas são orçamentadas recorrendo aos demais fatores. Ainda assim, e pensando na aplicação posterior da estrutura de custos proposta substituindo elementos por subempreitadas, bastará efetuar uma consulta ao mercado e o custo a considerar será imediato, não apresentando por isso dificuldades acrescidas.

O subcapítulo que aqui se inicia pretende caracterizar cada um destes recursos, indicando as variáveis a considerar e qual a forma proposta para que a orçamentação seja o mais frutífera e eficaz possível – não querendo com isto dizer que será necessariamente a mais rigorosa, mas na vida prática o esforço pelo rigor deve ser orientado pelas mais-valias que este trará.

4.1.1. MATERIAIS

O custo dos materiais, muitas vezes considerado como o seu custo simples, deverá ser analisado de forma criteriosa. Primeiramente é necessário compreender três conceitos: custo simples, quebra e desperdício. O custo simples dos materiais é, para o empreiteiro, o custo a que o fornecedor os vende, muitas vezes chamado o ‘preço de tabela’ ou o ‘preço de catálogo’. Ora para que o custo do material esteja completo é necessário que seja acrescentado ao custo simples o custo do transporte – que poderá ser da responsabilidade do fornecedor ou do empreiteiro – e lhe seja retirado o valor do desconto, no caso deste existir. Do resultado destas operações resultará o custo unitário do material.

$$C_{un} = C_{simples} + C_{transp} - Desconto \quad (1)$$

Os dois conceitos seguintes estão intimamente relacionados com o conceito de rendimento. Aliás o rendimento dos materiais pode ser definido como a soma da quantidade do material por unidade de medida, com as quebras e os desperdícios. Entende-se por quebras todos os materiais que, apesar de

terem à partida condições para serem utilizados não o são. Já os desperdícios definem-se como a quantidade de material que foi adquirida mas que não pode ser utilizada. Exemplificando, um tijolo partido numa paleta durante a sua movimentação ou uma porca que se perdeu são quebras, enquanto a necessidade de dividir um varão roscado de 1 metro em partes de 22 centímetros gera 12 centímetros de varão de desperdício.

$$\eta = Quant + Quebras + Desperdícios \quad (2)$$

Fica também evidente que a minimização dos desperdícios, alterando encomendas ou criando utilizações marginais destes, é um tema de grande interesse e igual complexidade, e que apesar de não ser parte do âmbito do presente documento merece dedicação e estudo uma vez que através deste se poderá evitar gastos desnecessários com fornecimentos, aumentando o lucro final das obras.

Para se definir o custo total de um material falta apenas refletir sobre a quantidade necessária à realização de toda a intervenção. Esta quantidade poderá diferir da quantidade considerada no rendimento se a unidade considerada não for valor global. No caso de se ter considerado o rendimento em valor global a quantidade será igual a 1. Exemplificando, no caso de serem necessários aparafusar 10 pontos, e considerando que as quebras são de 10% - não há desperdícios porque os parafusos estão já certos para a tarefa – se considerarmos a contagem em valor global teremos quantidade 1 e rendimento 1,1 – o que é pouco habitual. Se fizermos a contagem por fixação teremos então uma quantidade de fixações igual a 10 e um rendimento de 1,1 perfazendo o mesmo resultado final. Fica assim clara a necessidade de explicitar a unidade de contagem para que o orçamento seja obtido com maior rigor.

$$C_{total} = C_{un} * \eta * Quantidade \quad (3)$$

4.1.2. MÃO-DE-OBRA

Assim como nos materiais, também o custo de mão-de-obra pode ser determinado utilizando a fórmula do Custo total - equação 3. É também prática comum, para facilitar a orçamentação, que o custo da mão-de-obra seja uma percentagem do custo dos materiais. Com facilidade se compreendem os benefícios práticos desta forma de orçar. No entanto o peso da mão-de-obra em obras de reabilitação é de tal forma elevado que apenas a sua especificação e definição criteriosa poderão evitar erros.

Afastada a orçamentação à percentagem – que poderá fazer sentido em obras de cariz diferente – é importante compreender bem as diferentes parcelas do custo total.

O custo unitário da mão-de-obra é definido por cada empresa, sendo que neste custo pode assentar um plano estratégico de manutenção dos efetivos que se apresentam como uma mais-valia difícil de substituir. Exemplificando uma tarefa de carpintaria que necessite de 4 homens será habitualmente executada por 2 carpinteiros e por 2 ajudantes. Um determinada empresa poderá ter um carpinteiro com grande experiência que seja capaz de tomar conta da tarefa com mais 3 serventes. Neste caso é benéfico o aumento salarial do carpinteiro, sendo este acréscimo contrabalançado com a dispensa do segundo. Em empresas que não possuam este tipo de estratégias, o corrente é a utilização do contrato coletivo da construção civil para construir os custos da mão-de-obra. Neste encontra-se em tabela – Anexo C – não apenas o valor do salário mensal dos diferentes tipos de operários, como também a quantificação de todos os encargos que a empresa tem como impostos, subsídios, férias entre outros. Assim a definição

do custo unitário para a empresa deverá refletir todos estes encargos, de forma a evitar a subvalorização dos ativos.

O rendimento da mão-de-obra apresenta-se diferente do rendimento dos materiais uma vez que este refletirá o tempo que os homens afetos a determinada tarefa demorarão a completá-la.

É comum afirmar-se que se podem saber os rendimentos de mão-de-obra de três formas distintas. A primeira e mais simples é através da consulta de tabelas. Não se apresentando errada para tarefas iguais ou muito semelhantes às descritas nas tabelas, esta forma de definição de rendimentos em obras de reabilitação apresenta a grande dificuldade de adaptação das tabelas existente a operações diferentes e muito específicas, adaptação que induzirá erros nos valores considerados. A segunda forma é fazer um cálculo determinístico, utilizando a experiência existente. O método consiste em averiguar quanto tempo a tarefa demorou a ser executada na vez anterior e considerar esse mesmo tempo para as seguintes. Em opção à observação simples – se esta não for possível – considera-se também rendimento determinístico o calculado através da previsão de diferentes pessoas cuja experiência esteja validada, ou seja, interrogamos o maior número de pessoas que conseguirmos e das respostas concluímos um valor, habitualmente a média ou a moda. Apesar de não ser o mais rigoroso, o rendimento determinístico é o mais utilizado – habitualmente através de uma observação. A terceira e última forma consiste na observação repetida da realização da tarefa e do tratamento estatístico dos seus resultados. É fácil perceber a complexidade desta determinação, o que a poderá tornar um forte trunfo para uma empresa de reabilitação que seja organizada e que construa uma base de dados de rendimentos próprios.

Os rendimentos poderão ainda ser afetados de um coeficiente que reflita as condições de trabalho locais. O livro *Rendimentos de Mão-de-Obra, Materiais e Equipamentos em Edificação e Obras Públicas* (Branco P. , 1993) de Paz Branco apresenta um exemplo destes coeficientes.

No que diz respeito à quantidade de mão-de-obra é habitualmente considerada em valor global. Esta consideração prende-se com o facto de que realizar um conjunto de pequenas tarefas tem, com muita frequência, um tempo diferente da soma da duração de cada uma das tarefas. Exemplificando, se for necessário executar furos numa viga o tempo de preparação para a realização de um único furo é muito grande, mas se o operário realizar 50 furos não fará sentido somar 50 vezes o tempo de preparação.

Conclui-se então que a orçamentação da mão-de-obra em intervenções de reabilitação é muito importante mas que, com uma boa base de dados, uma empresa podê-lo-á fazer sem grande custo e com grande benefício.

4.1.3. EQUIPAMENTOS

Analogamente à mão-de-obra, os equipamentos são também correntemente orçamentados à percentagem. Neste caso, e para intervenções como aquelas que fazem parte do âmbito da presente dissertação, este tipo de simplificação poderá fazer sentido uma vez que a sua orçamentação rigorosa não permitirá ganhos substanciais. Importa também discutir o tipo de equipamento a considerar, uma vez que, se forem necessários equipamentos que não estejam incluídos na família dos equipamentos genéricos – berbequim, chaves, martelo, etc. –, poderá ter interesse que estes últimos representem uma percentagem mas os específicos e dispendiosos sejam orçamentados com mais rigor. Em todo o caso deixamos a nota de que em obras com grande peso orçamental de equipamento – obras de vias de comunicação por exemplo – este tipo de simplificação não é aceitável, devendo-se nesses casos estudar a melhor forma de os considerar.

4.2. TAREFAS DE CARÁTER GERAL

Apesar de serem descritas como ‘de carácter geral’, isto é, que se aplicam na maioria dos casos de estudo, este tipo de tarefas não surge como simples de orçamentar dado o número de variáveis que são necessárias considerar para que o resultado seja rigoroso.

Assim o presente subcapítulo não pretende orçamentar com rigor estas tarefas, uma vez que a consideração de todos os fatores e sua combinação necessitaria de um estudo mais aprofundado e aplicado a casos reais, mas sim identificar as variáveis e orçamentar um exemplo que se pretende possa servir de modelo para futuros casos.

Finalmente refere-se que a base de dados utilizada nos exemplos foi a disponibilizada pela empresa 3M2P, uma vez que algumas variáveis dependem de disposições e opções estratégicas das empresas, como sejam a posse de andaime e meios de escoramento próprio.

4.2.1. MEIOS DE ELEVAÇÃO E SUPORTE

Os meios de elevação e suporte comumente utilizados são respetivamente o andaime e o escoramento. A complexidade de orçamentação deste tipo de equipamentos prende-se com o facto de o empreiteiro ser ou não proprietário. No caso de este não possuir os meios necessários à realização da intervenção a orçamentação simplifica-se uma vez que se reduz a uma consulta ao mercado. Caso contrário poderão ser tomadas duas decisões: orçamentar à percentagem – menos rigoroso mas mais simples, ou orçamentar através do número de horas de mão-de-obra necessárias, uma vez que no caso de os meios serem da empresa o custo reduzir-se-á a rendimentos de mão-de-obra e alguma percentagem de amortização do custo inicial.

A opção de orçamentar à percentagem poderá ser uma simplificação interessante se a empresa possuir uma base de dados de empreitadas anteriores e desta conseguir extrair resultados que permitam uma conclusão estatística do peso destes meios no custo final. Na realidade, muitas empresas não possuem este nível de informação e ainda menos a têm tratada, o que não significa que não orçamentem à percentagem, mas sim que cometem erros e que confiam na experiência do orçamentador.

Caso não o possam ou pretendam fazer, a orçamentação passará pela definição dos rendimentos de mão-de-obra, tarefa que não se adivinha fácil se não for suportada por uma boa base de dados interna, uma vez que variáveis como o vão, a altura ou o número de movimentação necessárias – que implica desmontagem e remontagem – são diferentes de obra para obra. A forma mais simples de o fazer é calcular um custo por metro quadrado de área, podendo diferenciar este custo por escalões de vão por exemplo. Compreende-se assim que mesmo a orçamentação detalhada destes recursos não será muito rigorosa a não ser que cada obra seja planeada com pormenor o que poderá conduzir a mais esforço do que poupança.

A 3M2P, possuidora de uma base de dados interna onde os trabalhadores registam as ocupações diárias, opta por incluir este custo nos custos de estaleiro ou indiretos uma vez que é detentora de uma área de andaime e de escoramento que lhe permite executar intervenções sem necessitar de grandes movimentações. Esta é uma forma de orçamentação à percentagem, percentagem essa que se encontra incluída nos 30% considerados para os referidos custos de estaleiro, que nesta obras não costuma ter grande envergadura.

4.2.2. LIMPEZA GERAL

Analogamente aos meios descritos no capítulo anterior a limpeza geral também se traduzirá em horas de mão-de-obra, no que à orçamentação diz respeito. Neste caso o aluguer de equipamento ou

subcontratação do trabalho não são práticas correntes, sendo realizada pelos responsáveis pela intervenção.

Em contrapartida, este trabalho poder-se-á estimar com base num custo por metro quadrado de área de limpeza, não sendo esta estimativa muito errada uma vez que existindo meios de elevação e suporte contabilizados – com as suas variáveis já contabilizadas e custeadas – o rendimento será aproximadamente constante. Compreende-se que, como valor estimado, este rendimento poderá não se apresentar sempre muito rigoroso, mas dado o baixo peso deste trabalho no custo final e a celeridade necessária no processo de orçamentação este valor apresentará um rigor superior à orçamentação percentual ou à simples desconsideração da tarefa – prática corrente.

O quadro 17 ilustra um exemplo de orçamentação desta tarefa. Foi considerada uma asna com 6 metros de vão e uma inclinação das pernas de 30 graus para a medição da área a limpar. O custo de mão-de-obra encontra-se explicado no ponto 4.3.2.2. assim como a forma e construção do rendimento. Relembramos que estes valores são indicativos, devendo cada empresa substituí-los pelos seus próprios valores.

Quadro 17 - Custo de limpeza geral

Mão-de-obra	Un.	Custo Un. [€/h]	Rendim. [h/m ²]	Quant. [m ²]	Custo Total [€/m ²]
Carpinteiro	h	9,57 €	[0,17 ; 0,22]	8,5	[13,83 ; 17,90]

4.2.3. TRATAMENTOS

Dentro das tarefas de carácter geral, os tratamentos da madeira são os que mais correntemente são corretamente orçamentados. Este rigor decorre do facto das empresas necessitarem de ir ao mercado adquirir os produtos, o que não permite que este seja esquecido.

Assim a técnica de orçamentação destes produtos – generalizamos os tratamentos uma vez que todos seguem a mesma lógica – obriga ao conhecimento de três variáveis: custo unitário do produto, o rendimento do produto e o rendimento da mão-de-obra, sendo que apenas este último depende do empreiteiro uma vez que o rendimento do produto é indicado na sua ficha técnica – este parâmetro indica a quantidade de produto a aplicar por unidade de área. É muito importante não esquecer que a generalidade destes produtos necessitam de mais do que uma demão, pelo que o rendimento indicado tem de ser corrigido, considerando o número de demãos a aplicar.

Dado o número de patologias existentes na madeira e o número de formas de aplicação dos produtos, existem atualmente no mercado uma infinidade de opções que é necessário conhecer. (Silva, 2008) fornece listas bastante completas de opções, consoante o tipo de agente biótico e forma de aplicação para o mercado ibérico. Estas podem ser consultadas no Anexo D – tratamento preventivo – e Anexo E – tratamento curativo. Em todo o caso salienta-se que a consulta destas listas não substitui a leitura do documento original, muito mais completo e formativo, bem como das fichas técnicas dos produtos escolhidos.

Como exemplo de cálculo do custo de um tratamento preventivo e curativo, opta-se pelo produto Xilophene S.O.R. 40. Este produto é muito utilizado pelas empresas de reabilitação uma vez que é de largo espectro e funciona como tratamento preventivo e curativo, diferindo o número de vezes que se aplica – o que permitirá compreender o problema do rendimento indicado.

Analisando a figura 64, retirada da ficha técnica do produto escolhido, pode-se concluir que o rendimento original para aplicação do produto como tratamento preventivo ou curativo é diferente, mas também o número de passagens.

CONSUMO	
Tratamento preventivo: 1 lt = 5 m ² . Aplicar 2 demãos	Tratamento curativo: 1 lt = 3 m ² . Aplicar 3 demãos.

Figura 62 - Rendimento Xilophene S.O.R. 40

Pode-se então concluir que, para tratamento preventivo, um litro de produto dará para 5 metros quadrados de área por aplicação. Como são necessárias 2 demãos, cada litro resultará em 2,5 metros quadrados. Por sua vez o tratamento curativo, mantendo a linha de raciocínio indicará 1 litro por metro quadrado.

Tendo estes valores, e juntando os valores do custo unitário do produto – obtido através de consulta ao mercado – e do rendimento da mão-de-obra – calculado com base nos registos da 3M2P, podem-se calcular os custos totais das tarefas nas duas vertentes, como mostram os quadros seguintes.

Quadro 18 - Cálculo do custo do tratamento preventivo [€/asna]

Materiais	Un.	Custo Un. [€/l]	Rendim. [l/m ²]	Quant. [m ²]	Custo Total [€]
Xilophene S.O.R. 40	m ²	8,40	0,4	8,5	28,56

Mão de Obra	Un.	Custo Un. [€/h]	Rendim. [h/m ²]	Quant. [m ²]	Custo Total [€]
Carpinteiro	h	9,57 €	[0,26 ; 0,34]	8,5	[21,15 ; 27,66]
Ajudante	h	8,58 €	[0,26 ; 0,34]	8,5	[18,96 ; 24,80]

Total					[40,11 ; 52,46]
-------	--	--	--	--	-------------------

Quadro 19 - Cálculo do custo do tratamento curativo [€/asna]

Materiais	Un.	Custo Un. [€/l]	Rendim. [l/m ²]	Quant. [m ²]	Custo Total [€/m ²]
Xilophene S.O.R. 40	m ²	8,40 €	1	0,15	1,26

Mão de Obra	Un.	Custo Un. [€/h]	Rendim. [h/m ²]	Quant. [m ²]	Custo Total [€/m ²]
Carpinteiro	h	9,57 €	[0,26 ; 0,34]	0,15	[0,37 ; 0,49]
Ajudante	h	8,58 €	[0,26 ; 0,34]	0,15	[0,44 ; 0,44]

Total					[2,07 ; 2,19]
-------	--	--	--	--	-----------------

Note-se que o custo do tratamento curativo, apesar de superior por metro quadrado – devido ao rendimento do produto – acaba por ser inferior quando quantificada a área de aplicação, dada a sua menor expressão. Considera-se neste exemplo uma asna igual à do ponto anterior.

4.3. CASOS DE ESTUDO

Uma vez compreendida a orçamentação das tarefas de carácter geral, passamos para a orçamentação pormenorizada dos casos de estudo. O subcapítulo que aqui se inicia pretende demonstrar a forma como esta orçamentação foi feita, bem como dar resposta a todas as dúvidas que surgiram durante o processo. Demonstra ainda os resultados obtidos para cada caso, deixando claros os custos dos fatores produtivos e a relação percentual destes, face aos custos diretos.

4.3.1. FICHA DE ORÇAMENTAÇÃO

De todas as formas possíveis de organizar a informação de custos obtida, a construção de uma ficha tipo de orçamentação parece aquela que tornaria a leitura mais simples e a comparação mais direta. O grande desafio desta construção prende-se com a tentativa de condensar uma grande quantidade de informação, sem que o documento se torne difícil de interpretar.

Inicialmente decidiram-se os campos a considerar, a organização a dar a cada um deles e como estes se relacionariam graficamente entre si, do que resultou o seguinte esquema:

1. Nº Caso e Título
2. Descrição sumária da tarefa a realizar
3. Esquema alusivo
4. Fatores de custo
5. Composição final do preço

Com isto, e definindo bem cada um dos pontos no que toca aos parâmetros a quantificar, dimensões e formas de apresentação, obtivemos as fichas que se apresentam preenchidas no Anexo. Importa ainda referir que a compreensão da descrição sumária presente não dispensa a leitura do processo presente no capítulo 3 do presente documento, assim com o esquema serve apenas como lembrete para a necessidade de anexação dos pormenores construtivos à ficha.

[illegible]

Figura 63 - Ficha de orçamentação

4.3.2. FATORES DE CUSTO

A orçamentação dos fatores de custo das intervenções contidas no seu âmbito surge como o principal objetivo da presente dissertação, conseguindo a partir desta propor uma metodologia simples, organizada e rigorosa de o fazer. Nesta perspetiva, o subcapítulo que aqui se inicia pretende deixar claras todas as opções tomadas, indicando de forma simples os passos que levaram à conclusão dos orçamentos, apresentados no Anexo B.

4.3.2.1. Materiais

Na orçamentação dos materiais necessários à execução de cada intervenção foi necessário identificar, como já referido, três valores próprios: a quantidade, o rendimento e o custo unitário.

A definição da quantidade não apresenta qualquer dificuldade uma vez que consiste apenas em somar unidades ou áreas explícitas nos pormenores. É muito importante que, como explicado no ponto 4.1.1., seja clara a unidade de contagem uma vez que a relação quantidade-rendimento é baseada nesse pressuposto.

Definida a quantidade, seguiu-se para o cálculo do rendimento do material. Este define-se, como vimos, pela soma dos desperdícios e das quebras – à qual poderá ser somada uma quantidade mediante a relação quantidade de material-rendimento. Ora a dificuldade surge na definição das quebras, uma vez que os desperdícios são o resultado da diferença entre a quantidade adquirida e a quantidade necessária. Habitualmente definem-se as quebras por grupos de materiais e à percentagem, uma vez que a sua contabilização se torna improdutiva. Na definição desta percentagem importa ter presente que a ausência de excedente poderá significar o atraso dos trabalhos, o que se poderá demonstrar mais dispendioso para o empreiteiro do que a aquisição de material em excesso.

Assim a presente dissertação sugere a consideração de 10% de quebras em elementos metálicos de pequena expressão – porcas, anilhas, parafusos sem especificidade – e da assunção da ausência de quebras em elementos específicos – madeira, elementos metálicos específicos – uma vez que a consideração de quebras nestes elementos teria de resultar de uma análise estatística da empresa sobre a probabilidade de haver erros de encomendas ou de conceção. Na ausência deste estudo, anexamos esta probabilidade ao risco considerado na composição do preço.

Por último, é necessária a definição do custo unitário dos materiais. Nesta considera-se a inclusão do transporte dos materiais, mas excluimos qualquer tipo de desconto, tornando assim o custo indicado mais real. Exceção feita aos produtos específicos, isto é, àqueles em que foram consideradas marcas de referência, a orçamentação dos materiais foi feita através de consulta direta ao mercado, com pelo menos 3 respostas diferentes por produto. Desta surge o intervalo de variação de custo apresentado nas fichas de orçamentação, sendo este balizado pelos maior e menor resultados obtidos.

Compreendida a forma de orçamentação proposta, o quadro 20 demonstra os recursos considerados para todas as intervenções e respetivos custos.

Quadro 20 - Custo considerado dos materiais

Material	Un.	Custo Unitário
Anilha de aba larga de chapa	Un.	[0,02; 0,03] €
Elementos de ferro	kg	[4,80; 5,25] €
Madeira de Pinho - secção 20x8	m ³	[750; 850] €
Mapewood Gel 120	kg	20,20 €
Mapewood Paste 140	kg	9,72 €
Parafuso de cabeça chata Mx12	Un.	[0,39; 0,45] €
Parafuso Rothoblaas HBS 8x180	Un.	0,592 €
Parafuso Rothoblaas VGZ 7x180	Un.	1,05 €
Porca sextavada de aço 8.8	Un.	[0,05; 0,06] €
Sistema de fixação Hilti HIT-MM Plus	Un.	11,17 €
Varão roscado de aço 8.8	Un.	[0,58; 0,64] €
Varão roscado Hilti HIT-V M12	Un.	1,22 €
Varões FRP Combar 8mm	m	1,22 €

4.3.2.2. Mão-de-Obra

Como se viu, a orçamentação da mão-de-obra assenta na definição do seu custo unitário e do respetivo rendimento.

A parcela do custo unitário não apresenta dificuldades para as empresas, uma vez que está definido à partida qual o custo que cada operário acarreta. Na presente dissertação utilizamos a tabela do contrato coletivo da construção civil – Anexo C – para definir este custo. Fazendo as contas ao total dos custos anuais da empresa, e dividindo pelo número de horas de trabalho chegamos aos resultados demonstrados no quadro 21.

Quadro 21 - Custo horário de mão-de-obra

Carpinteiro	Serralheiro	Servente
9,57 €	9,57 €	8,58 €

Com estes dados, resta apenas conhecer o valor do rendimento para que a orçamentação da mão-de-obra esteja completa. Como já referido este conhecimento não é de simples aquisição e, para que seja rigoroso, exige um trabalho continuado e minucioso por parte das empresas, que têm tudo a ganhar com este controlo. Para definir esta variável, utilizou-se a base de dados da empresa 3M2P, que se apresenta muito completa neste tipo de tarefas.

Com o intuito de alargar a abrangência dos resultados obtidos, e seguindo o caminho de cálculo utilizado na orçamentação de materiais, decidimos apresentar os rendimentos em intervalos de variação. Para este

cálculo, consideramos que o rendimento obtido na 3M2P se inseria na tabela proposto por (Branco P., 1993) – quadro 22 - como boas condições de obra e quadros com boa eficiência. A partir destes, calculamos os rendimentos para eficiências muito boa e mediana, e assim definimos o intervalo de variação dos rendimentos. Mais uma vez referimos que a presente dissertação pretende propor uma forma de orçamentação das intervenções e não fornecer resultados para utilização prática. Assim sugerimos que utilizando esta ou outra tabela, cada empresa defina os intervalos de variação de preços mais ajustados ao seu caso.

Condições particulares da obra	Eficiência dos quadros e/ou dos meios disponíveis				
	Óptimas	Mto. boas	Boas	Medianas	Más
Óptimas Trabalho de desenvolvimento linear; fácil	1,000 (1,000)	0,910 (1,099)	0,820 (1,219)	0,740 (1,351)	0,615 (1,528)
Boas Trabalho de fácil coordenação, sem grande diversidade	0,950 (1,053)	0,855 (1,170)	0,770 (1,299)	0,690 (1,449)	0,620 (1,613)
Medianas Definição incompleta; desenvolvimento difícil	0,840 (1,190)	0,755 (1,325)	0,680 (1,471)	0,610 (1,639)	0,550 (1,818)
Más Coordenação e previsão difíceis e condições de trabalho embaraçosas	0,730 (1,370)	0,655 (1,528)	0,590 (1,695)	0,530 (1,887)	0,475 (2,105)

Figura 64 - Coeficientes de variação de rendimentos (Branco P., 1993)

Os rendimentos obtidos encontram-se expressos nas fichas de orçamentação, disponibilizadas no Anexo B.

4.3.2.3. Equipamentos

A orçamentação dos equipamentos na presente dissertação foi genericamente elaborada à percentagem, dada a sua baixa ponderação no custo final das intervenções. Baseados no conhecimento fornecido pela 3M2P, consideramos que o equipamento geral, onde incluímos todos os equipamentos de carpintaria como o berbequim, as brocas, as chaves, o martelo entre muitos outros, apresenta um valor percentual de 1, o qual se relaciona com o somatório dos valores obtidos para custos de materiais e mão-de-obra.

Esta simplificação pareceu muito aceitável por duas razões: em primeiro lugar, a pormenorização do custo horário de um martelo – por exemplo – não se apresenta como razoável dado o tempo que requer e o benefício que acarreta. Em segundo lugar, este valor não traz prejuízo à empresa nem aumento significativo ao dono-de-obra.

Como exceção surge da necessidade de, para a intervenção proposta nos casos 5 e 6, orçamentar a máquina capaz de criar os rasgos necessários para a inserção das chapas metálicas. Foi considerada a fresa RE SG 400, da Rothoblaas que se inclui na família dos equipamentos específicos e de custo elevado (ver figura 67). Neste caso, e considerando que a empresa detém o referido equipamento, consideramos o custo de 40,00€/h que foi previamente calculado pelo setor de orçamentação da 3M2P, e daí em diante utilizado recorrentemente. Note-se que se fosse necessário um equipamento que a empresa não tivesse, ter-se-ia que recorrer ao aluguer, o que não entra na rubrica dos equipamentos mas sim dos fornecimentos externos.



Figura 65 - Fresa SG 400 da Rothoblaas (Rothoblaas, 2012)

4.3.3. COMPOSIÇÃO DO PREÇO DE VENDA

O estudo da composição de preços rigorosa, com variáveis e percentagens calculadas não surge no âmbito da presente dissertação. No entanto, e dada a necessidade de concluir o processo de orçamentação e assim finalizar uma proposta que se pretende orientadora e conclusiva sobre a ordem de grandeza dos custos das intervenções, incluímos na folha de cálculo esta composição, utilizando percentagens indicativas e que carecem do estudo mais rigoroso e da consequente atualização por parte de cada empresa.

O preço de venda – preço a apresentar ao dono de obra por parte do empreiteiro – é então constituído por quatro parcelas:

1. Custos diretos – resultam da soma dos custos totais de materiais, mão-de-obra, equipamento, tarefas de carácter geral e fornecimentos externos. Uma vez que o objetivo da presente dissertação se prende com a parametrização dos fatores de custos específicos das soluções, optamos por não incluir no custo direto o peso das tarefas de carácter geral, uma vez que estas podem ser quantificadas por metro quadrado de área de intervenção. Em todo o caso, e para que o preço de venda final não fosse irreal, dada a sua ausência acrescentamos uma célula à ficha de orçamentação que apresenta a soma dos custos diretos com os custos das tarefas de carácter geral consideradas nos exemplos apresentados – na prática profissional a orçamentação destas tarefas terá um carácter determinístico devendo ser incluídas nos fatores de custos. Esta consideração, por ser somada em todas as operações, não desequilibra a comparação entre todas as tarefas de igual índole – as tarefas sem tratamento curativo terão um valor ligeiramente inferior mas que pode ser desprezado, dada a sua reduzida importância percentual.
2. Custos de produção – representam os gastos de empreiteiro com estaleiro – água, energia, andaime, etc. -, encarregado geral, alugueres, entre outros meios necessários ao melhor desenvolvimento da obra. A orçamentação destes custos é feita recorrendo à percentagem relativamente aos custos diretos, dada a dificuldade de os quantificar. Na presente dissertação indicamos o valor de 30% como indicativo, sendo um valor confortável para o empreiteiro e que como trabalho de engenharia é possível reduzir – para as intervenções abordadas.

3. Custos indiretos – também orçamentados à percentagem, estes refletem a necessidade de as empresas de construção se financiarem através das empreitadas que realizam. Estes pretendem cobrir os custos de escritório, não apenas de material mas sobretudo do pessoal que trabalha ‘nos bastidores’. Consideramos um valor indicativo de 10%.
4. Lucro e Risco – intimamente relacionados, o lucro e risco representam a possibilidade de a empresa lucrar com as empreitadas – uma vez que o objetivo de uma empresa de construção é dar lucro. Esta possibilidade surge sempre aliada ao risco, uma vez que o controlo de derrapagens é imputada ao empreiteiro não tendo este domínio sobre todas as variáveis. A constatação da derrapagem nos prazos e custos dá origem à redução no lucro final. Consideramos 10% da soma dos custos acima descritos como valor indicativo.

A soma de todas estas parcelas resultará no preço de venda.

4.3.4. RESULTADOS

Findado o preenchimento de todas as fichas de orçamentação, torna-se importante que os resultados destas sejam analisados. Desta análise de resultados, a qual separamos por tipo de intervenção uma vez que é desprovida de sentido a comparação de tarefas de génese diferente, surgem três tipos de verificações: quais os custos acrescidos entre tarefas semelhantes e com o mesmo propósito, quais os fatores produtivos com maior preponderância no custo final, e quais os que apresentam maiores diferenças nos intervalos propostos. Torna-se assim imediato que, dentro de cada tarefa, a empresa que queira otimizar o seu trabalho trabalhe bem o recurso produtivo com maior peso e tente aproximar os intervalos mais díspares do seu limite inferior.

Ora como resultado de cada caso apresentamos dois gráficos: os custos dos fatores produtivos e a relação entre estes. No primeiro, que pretende demonstrar o custo real de cada um dos fatores produtivos e qual a variação obtida para os intervalos considerados, surge um gráfico de barras em que cada um destes é representado pelo seu custo máximo, pelo seu custo mínimo e pela média dos dois. Uma vez que os intervalos apresentados não resultam de qualquer ponderação estatística, o custo médio resulta apenas do cálculo, utilizando os outros dois valores. No segundo gráfico surge a relação percentual entre fatores, tornando claro sobre qual ou quais recai a maior responsabilidade dos custos obtidos.

Importa ainda referir que esta análise toma como base os custos diretos obtidos e não os preços de venda uma vez que são estes custos que fazem parte dos objetivos da presente dissertação e, como já referido atrás, apenas propomos a restante composição de preços para que o resultado final se demonstre mais próximo da realidade. Em todo o caso, como toda a construção do preço de venda se baseia na multiplicação dos custos diretos por constantes, as conclusões serão também válidas se a análise de resultados tiver os preços de venda como base.

4.3.4.1. Problemas nos apoios

Este subcapítulo pretende comparar as 4 propostas de intervenção que têm como objetivo a recuperação dos apoios de uma asna de cobertura. Uma vez que todas apresentam o mesmo propósito, e sabendo que este tipo de operações são as mais comuns, torna-se importante compreender quais os fatores de custos mais relevantes, bem como as suas vantagens e desvantagens.

Caso 1 - Reforço de apoio de asna com cachorro metálico

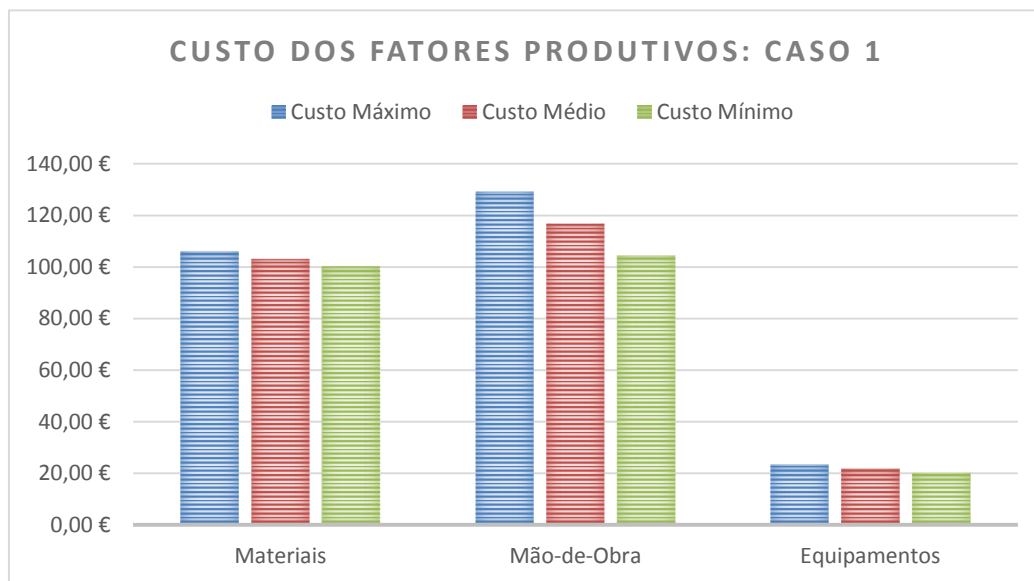


Gráfico 2 – Custo dos fatores produtivo: Caso 1

Importa relembrar que o gráfico 2, assim como todos os semelhantes que se seguirão, apresenta três colunas para cada fator de custo: custo máximo, custo mínimo e custo médio. As duas primeiras resultam diretamente dos intervalos obtidos e que estão presentes nas fichas de orçamentação, enquanto que a coluna do custo médio resulta da soma das restantes e da divisão do resultado por 2. Compreende-se assim que esta representa apenas o resultado da média aritmética dos extremos dos intervalos e não de uma análise estatística, dado que esta não se encontra nos objetivos do presente trabalho.

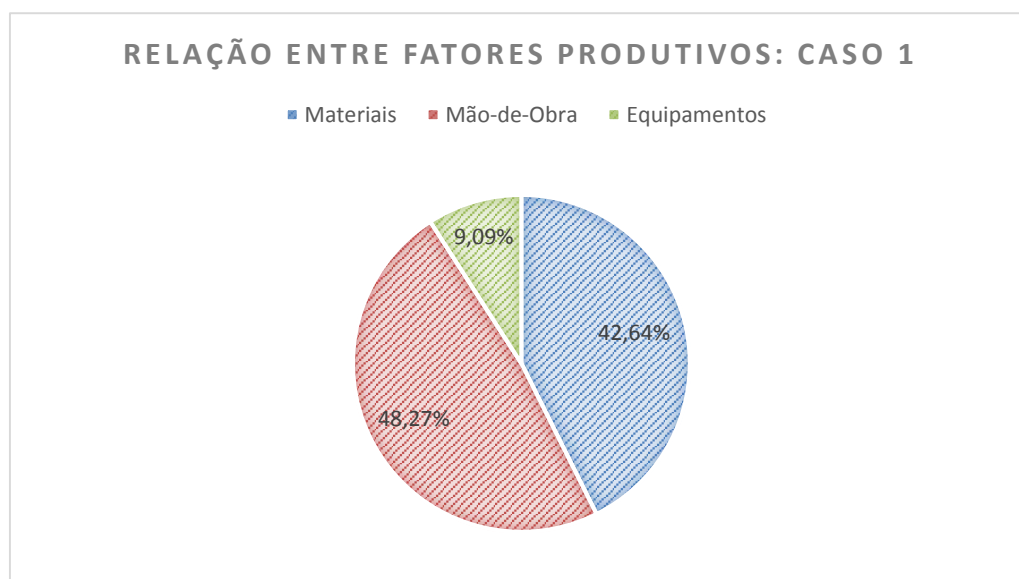


Gráfico 3 – Relação entre fatores produtivos: Caso 1

Da análise dos gráficos compreende-se com facilidade que nesta intervenção existe algum equilíbrio de ponderação entre o custo da mão-de-obra e dos materiais. Em todo o caso, e mais importante de que a maior percentagem, a mão-de-obra apresenta um intervalo de variação superior o que identifica o fator de custo a trabalhar com maior rigor – controlar e aumentar a produtividade.

Caso 2 - Reforço do apoio da linha com peças de madeira

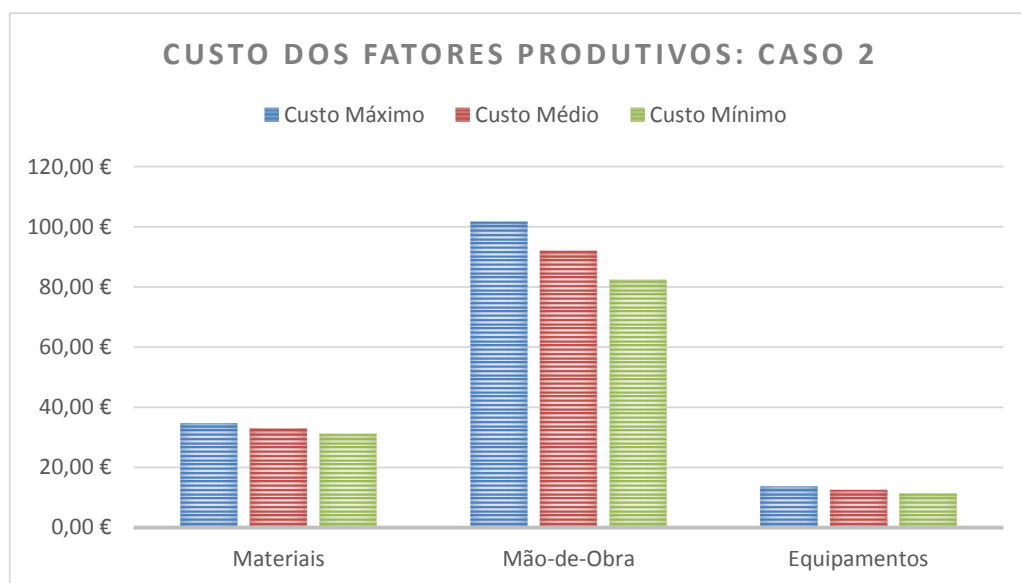


Gráfico 4 – Custo dos fatores produtivos: Caso 2

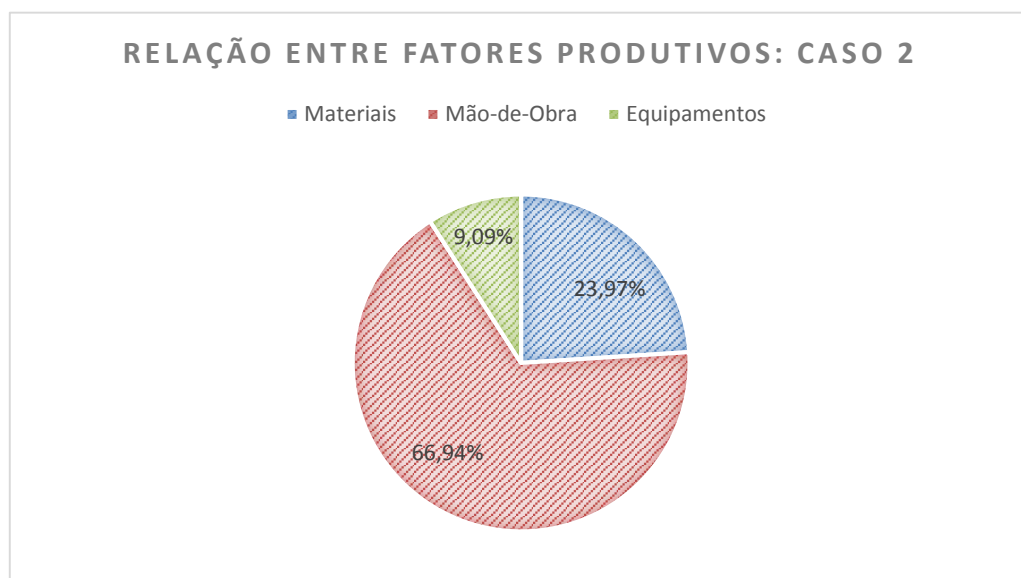


Gráfico 5 – Relação entre fatores produtivos: Caso 2

O caso 2 surge como a intervenção menos dispendiosa das que têm como objetivo a reabilitação dos apoios das asnas de cobertura. Esta redução de custos é sobretudo justificada pela clara redução no custo dos materiais. Assim os custos de mão-de-obra assumem grande preponderância no valor final da operação, deixando claro que a otimização deste apenas poderá passar pelo trabalho nos rendimentos, tanto na sua melhoria prática como no registo e tratamento da informação.

Caso 3 - Reforço do apoio da linha com elementos metálicos

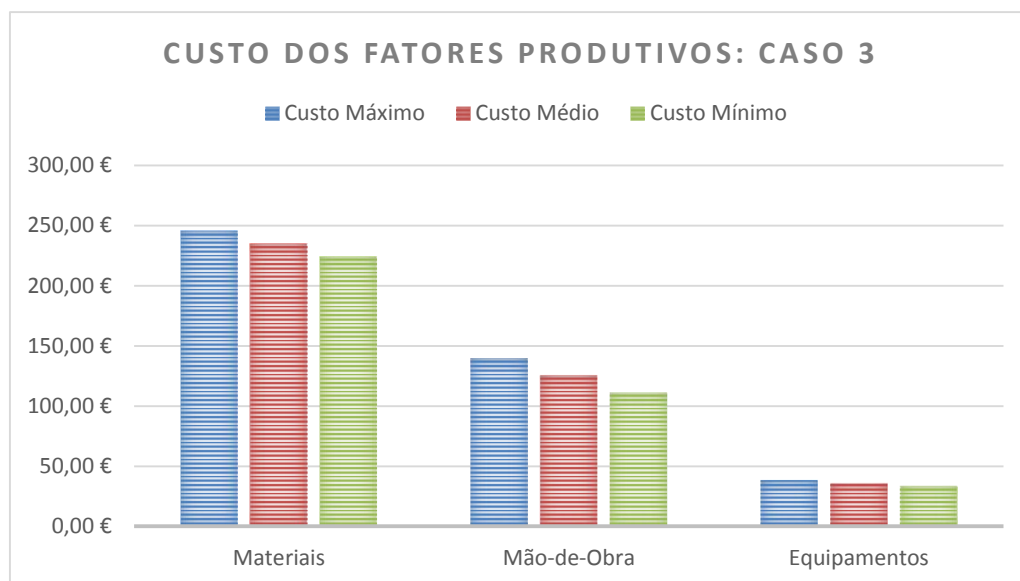


Gráfico 6 - Custo dos fatores produtivos: Caso 3

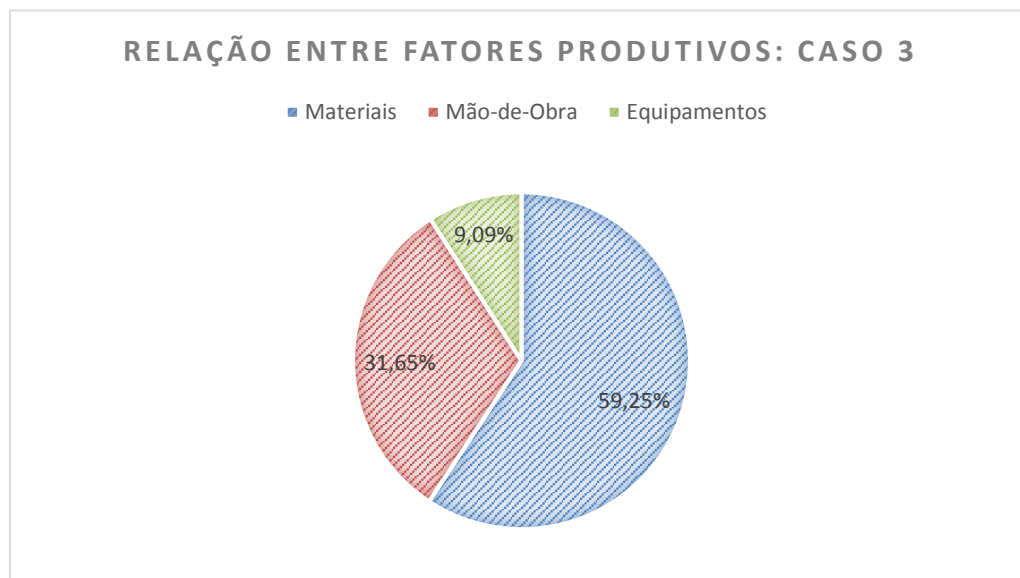


Gráfico 7 - Relação entre fatores produtivos: Caso 3

O caso 3 apresenta uma solução muito semelhante ao caso 2, substituindo apenas os elementos de madeira por perfis UPN. Esta alteração apesar de dotar a asna de uma superior capacidade resistente, torna a operação substancialmente mais dispendiosa. Note-se que o custo de mão-de-obra é ligeiramente superior mas este grande aumento de custo total reflete principalmente o custo do ferro face à madeira. Em todo o caso é uma solução corrente, e que poderá ser interessante uma vez que o cálculo estrutural poderá permitir a redução dos perfis, emagrecendo assim o custo dos materiais.

Caso 4 - Consolidação do apoio da asna com argamassa epóxi armada

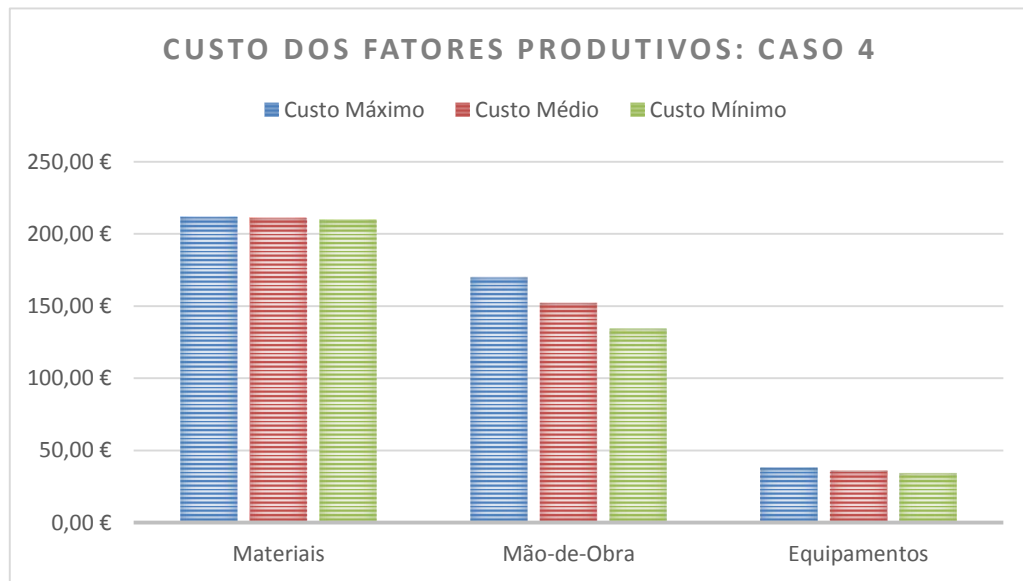


Gráfico 8 – Custos dos fatores produtivos: Caso 4

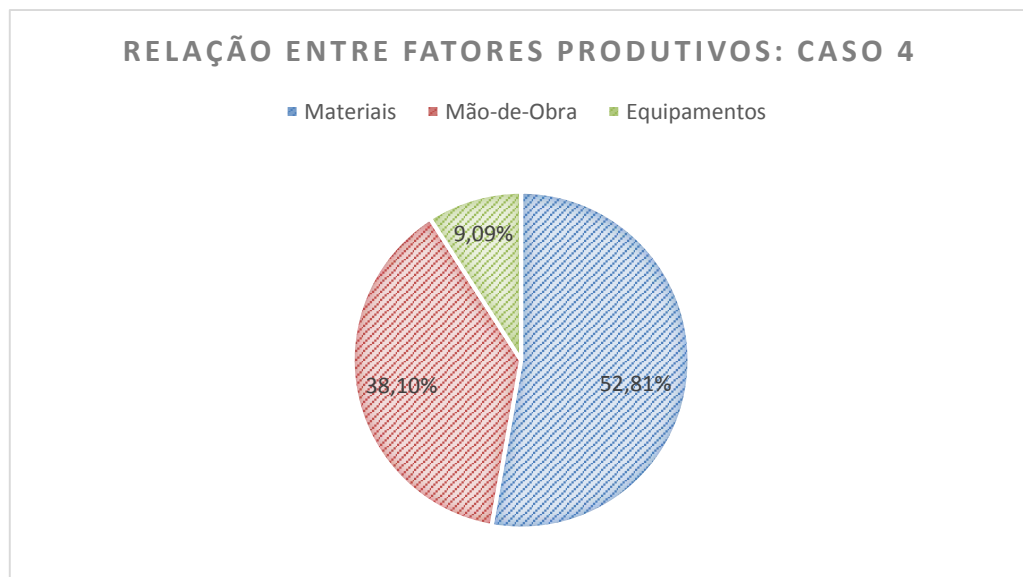


Gráfico 9 – Relação entre fatores produtivos: Caso 4

Sendo a mais inovadora das propostas de reabilitação de apoios, a reconstrução do encontro com argamassa epóxi apresenta o respetivo acréscimo de custo de materiais, desvantagem que tinha já sido apontada no caso anterior. O presente caso apresenta como vantagem o facto de manter o aspeto visual da asna existente, podendo por isso justificar-se em edifícios onde estas estruturas apresentem grande valor patrimonial. Em contrapartida a ausência de estudos que comprovem a sua durabilidade e a dificuldade de reduzir os custos poderão tornar esta solução menos atrativa.

Síntese de intervenções em apoios

Analizadas todas as propostas de intervenções em encontros de asnas de cobertura, o gráfico 10 representa os custos diretos de cada uma destas. De forma análoga aos gráficos de custos de fatores produtivos também este pretende deixar claro não apenas uma comparação direta entre custos mas permitir a leitura dos intervalos de variação obtidos.

Pode-se afirmar em jeito de conclusão que a mão-de-obra se apresenta neste casos como um fator sempre muito importante, mas relativamente estável dado que o tipo de trabalhos se assemelha. As grandes diferenças entre custos diretos das várias soluções prendem-se com as escolhas dos materiais, o que poderá não ser uma opção do empreiteiro, apesar de este poder sugerir alterações sob a forma de variantes.

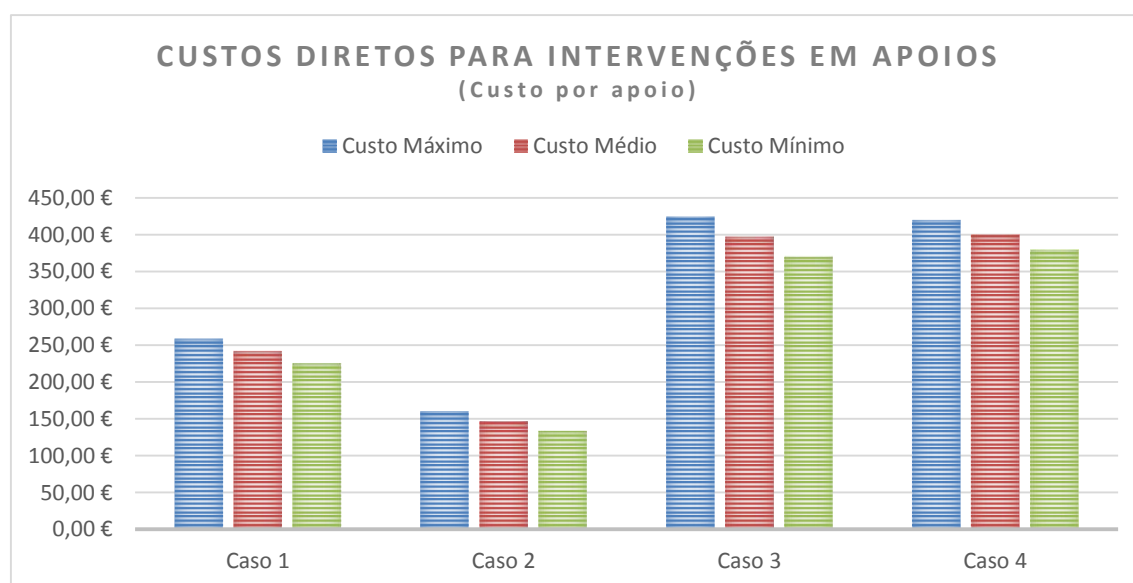


Gráfico 10 -- Comparação de custos diretos para intervenções em apoios

4.3.4.2. Problemas nas ligações

São também problemas comuns em estruturas de coberturas antigas, sobretudo as menos nobres que apresentavam empalmes e ligações menos cuidadas e por isso menos duráveis. É ainda comum que a degradação destas, sobretudo da ligação perna-linha, tenha origem na degradação da zona do apoio que se propaga. Este tipo de intervenções acarreta um custo superior às analisadas no ponto anterior, tornando-as assim mais propícias a variações de custos.

Caso 5 - Substituição da ligação perna-linha e do apoio da asna por prótese de madeira

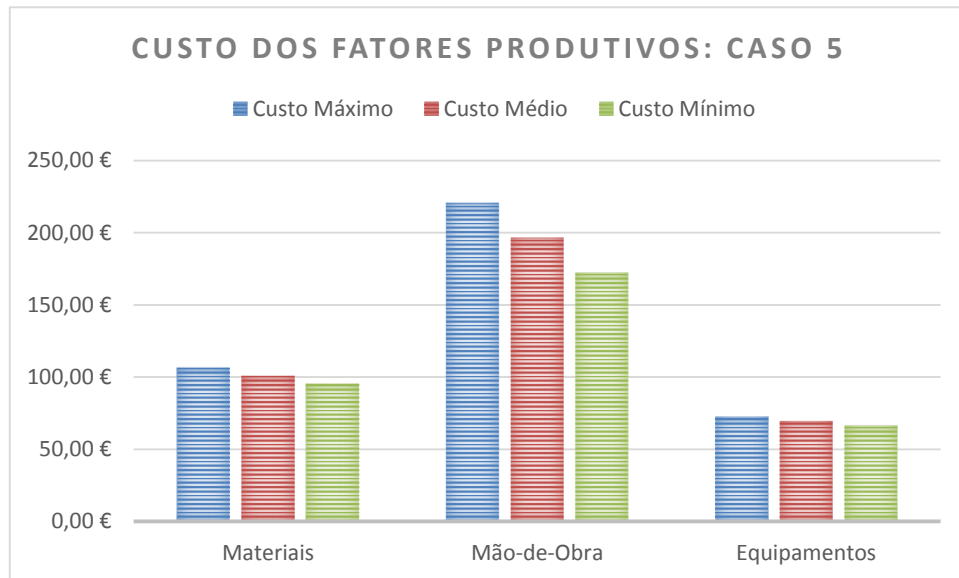


Gráfico 11 – Custos dos fatores produtivos: Caso 5

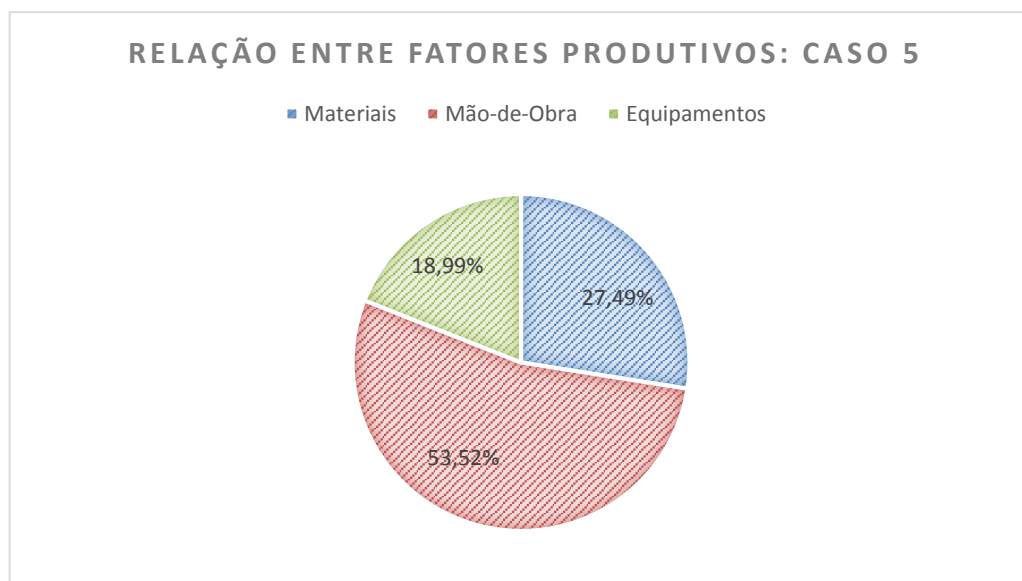


Gráfico 12 – Relação entre fatores produtivos: Caso 5

Mais uma vez depara-se com uma intervenção em que o material que surge em maior quantidade é a madeira, o que reduz os custos dos materiais. Esta redução reforça a preponderância da mão-de-obra no custo final, o que remete uma vez mais para o trabalho que as empresas devem desenvolver neste campo. Nesta operação destaca-se ainda os quase 20% de importância dos equipamentos que refletem a necessidade de utilização de uma máquina específica, máquina que, se for necessária alugar, poderá ainda aumentar mais o custo deste fator produtivo.

Caso 6 - Reforço da ligação perna-linha com chapa metálica interna

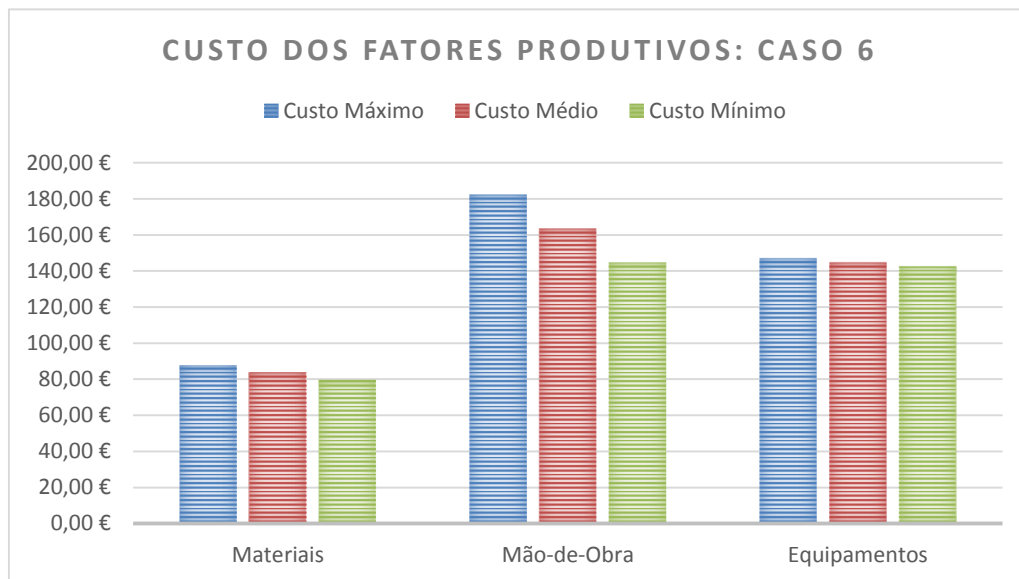


Gráfico 13 – Custos dos fatores produtivos: Caso 6

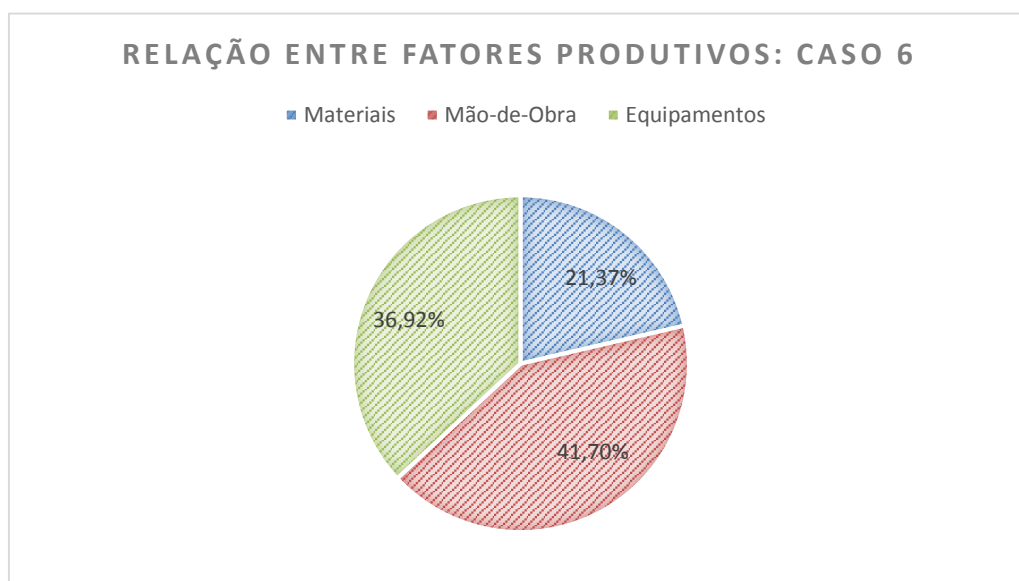


Gráfico 14 – Relação entre fatores produtivos: Caso 6

Na análise dos resultados do presente caso salienta-se o aumento da preponderância dos equipamentos, já notada no caso anterior. Aqui a necessidade de utilização da fresa por um número de horas superior faz com que o seu custo aumente. Em contrapartida dá-se uma redução dos materiais e da mão-de-obra, o que resulta num intervalo de resultados próximo do anterior. Importa salientar que esta solução apresenta uma capacidade de carga muito superior pelo facto de a chapa metálica se prolongar até ao apoio, o que pode ser vantajoso.

Caso 7 - Reforço de ligação da linha com elementos metálicos

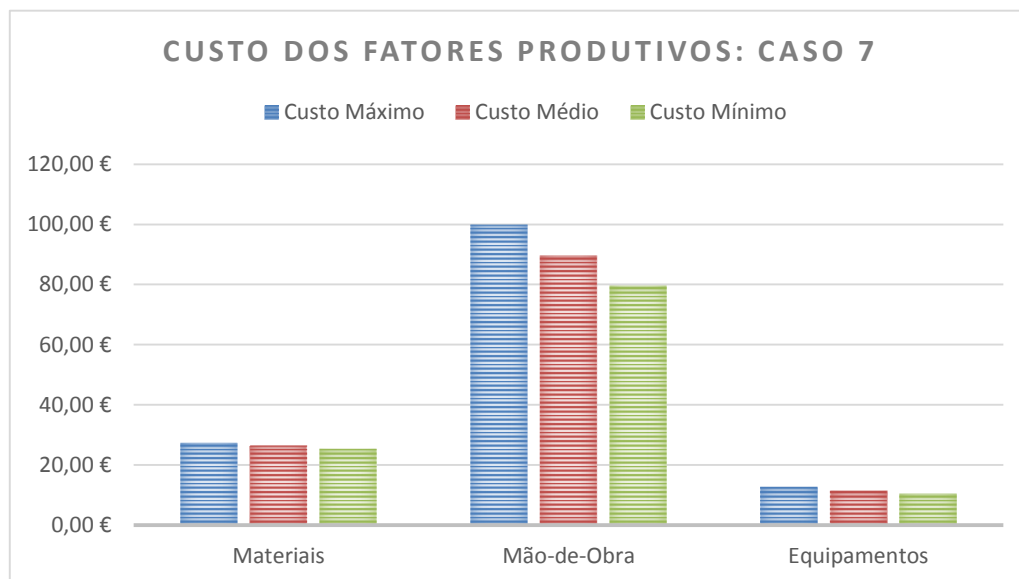


Gráfico 15 – Custo dos fatores produtivos: Caso 7

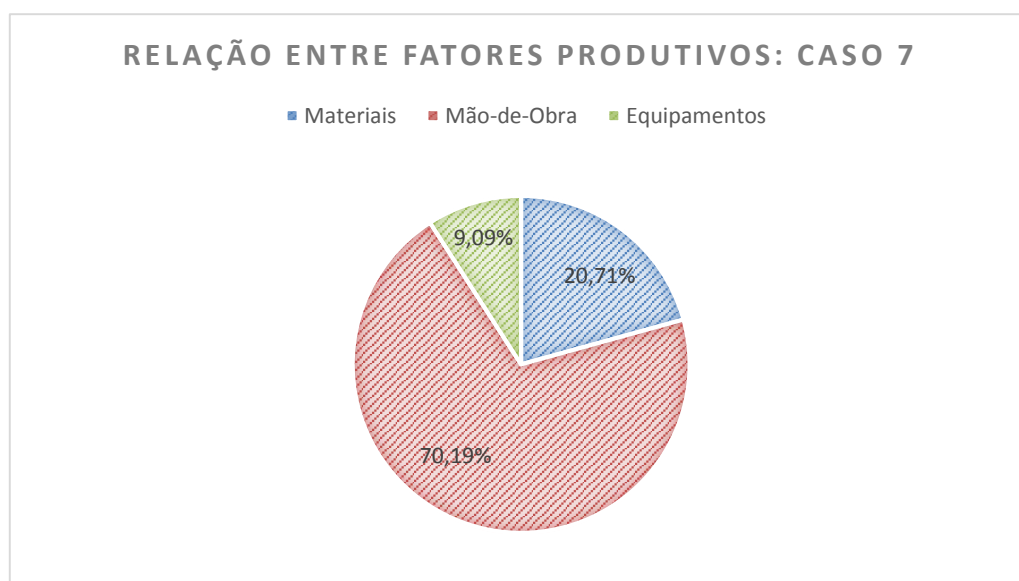


Gráfico 16 – Relação entre fatores produtivos: Caso 7

Apesar de se incluir no grupo das intervenções em ligações, o presente caso não poderá ser comparado com os dois anteriores uma vez que o tipo de ligação é profundamente diferente. Assim neste observamos que a dispensa da fresa reduz o peso dos equipamentos, dando grande peso à mão-de-obra. Neste caso podemos observar que o intervalo deste fator é bastante largo, o que mais uma vez convida ao seu estudo e otimização.

Síntese de intervenções em ligações

Conclui-se assim da análise dos resultados que a mão-de-obra é, para este tipo de intervenções, o recurso com maior preponderância no custo final. Em todo o caso é também necessário realçar a importância dos equipamentos, sempre que seja necessária uma máquina com maior especificidade, como é o caso da fresa considerada. O gráfico comparativo das três opções não acrescenta qualquer conclusão dada a semelhança de resultados nos dois primeiros casos e a diferença de conceito entre estes e o terceiro, permitindo apenas visualizar a ordem de grandeza das relações de custos.

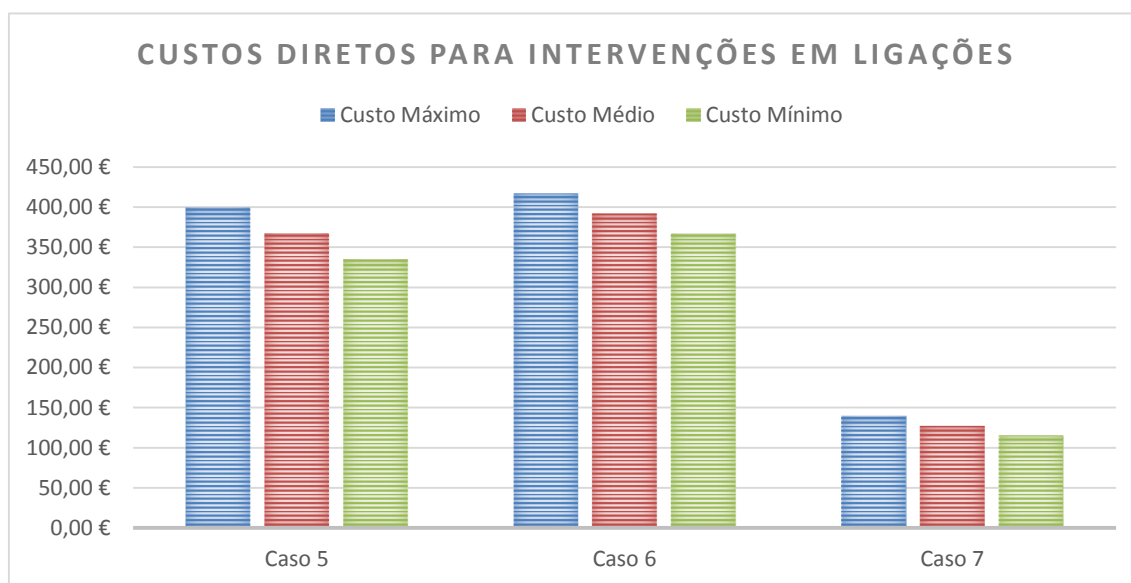


Gráfico 17 - Comparação de custos diretos para intervenções em ligações

4.3.4.3. Problemas de fendilhação

Os problemas de fendilhação apresentados surgem como as operações de menor custo, o que não impede que sejam analisados sob a perspetiva económica, dado que a necessidade da sua repetição poderá trazer diferenças de custos na ausência desta.

Caso 8 - Reparação de pequena fenda com parafusos

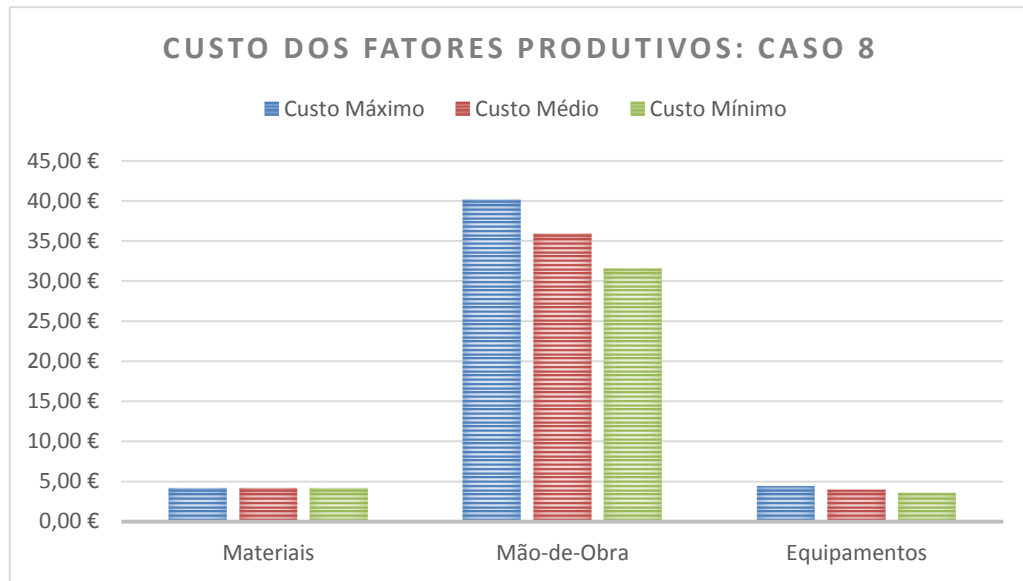


Gráfico 18 – Custo dos fatores produtivos: Caso 8

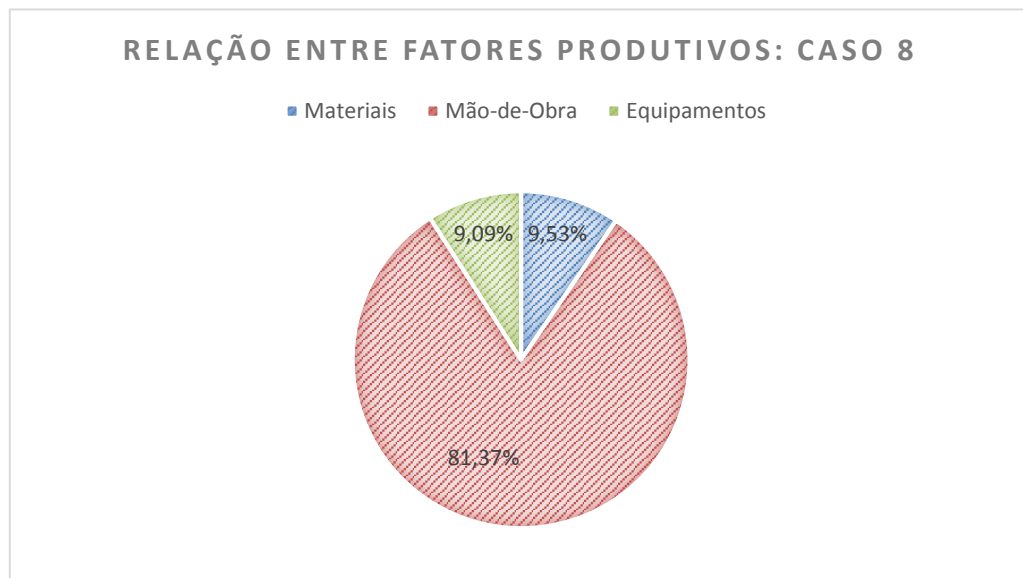


Gráfico 19 – Relação entre fatores produtivos: Caso 8

A total dominância do custo da mão-de-obra, no presente caso, permite retirar uma conclusão simples mas importante: a consideração de parafusos de qualidade superior, testados e certificados não apresenta um aumento significativo no custo desta intervenção. Assim não fará sentido que estes não sejam utilizados, dadas as suas vantagens. Podemos ainda concluir novamente a importância do estudo exaustivo da mão-de-obra por parte das empresas.

Caso 9 - Reparação de fenda na perna com chapa metálica

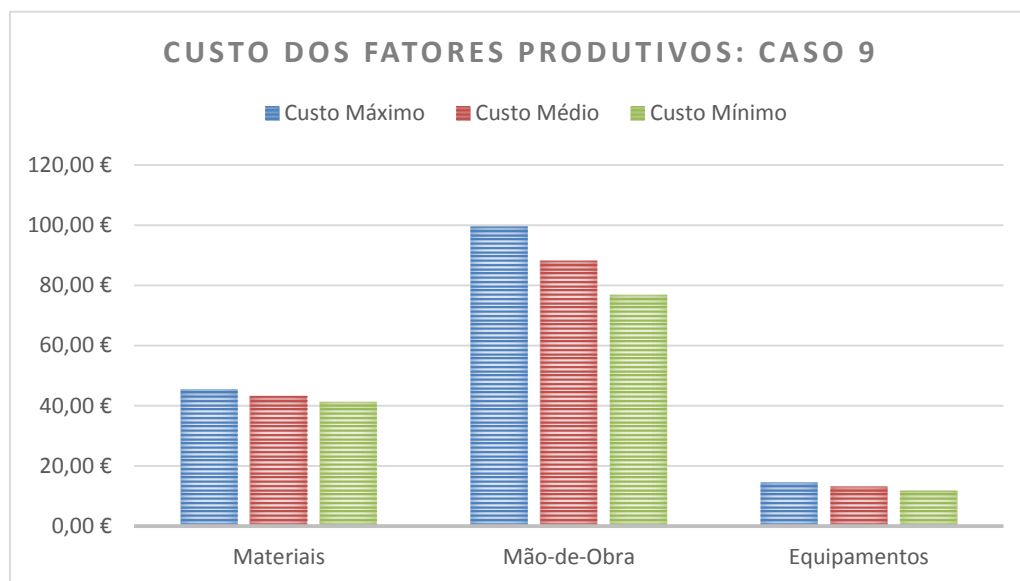


Gráfico 20 - Custos dos fatores produtivos: Caso 9

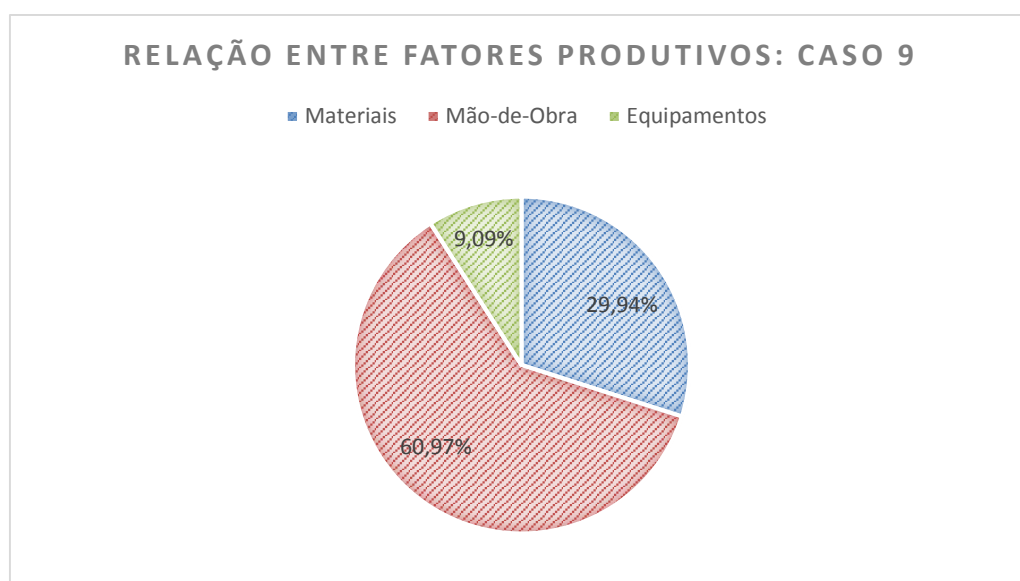


Gráfico 21 – Relação entre fatores produtivos: Caso 9

Sendo a proposta de intervenção estruturalmente mais robusta das que pretendem solucionar problemas de fendilhação é de simples compreensão concluir que este caso apresenta também um acréscimo de custo relativamente ao caso anterior. Ainda assim mantém-se a mão-de-obra como o recurso com o maior custo.

Caso 10 - Selagem de fendas com resina epóxi

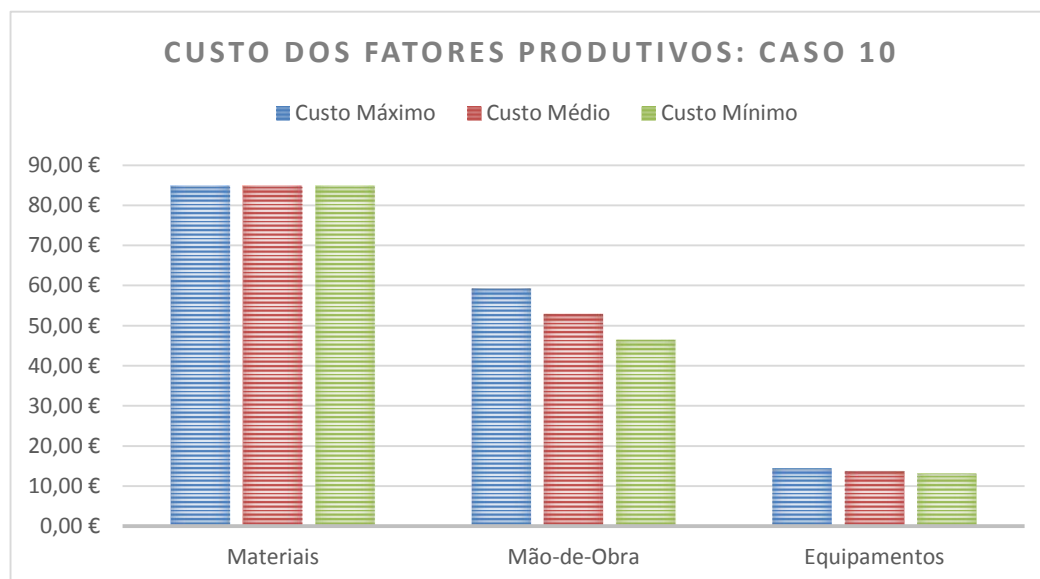


Gráfico 22 - Custo dos fatores produtivos: Caso 10

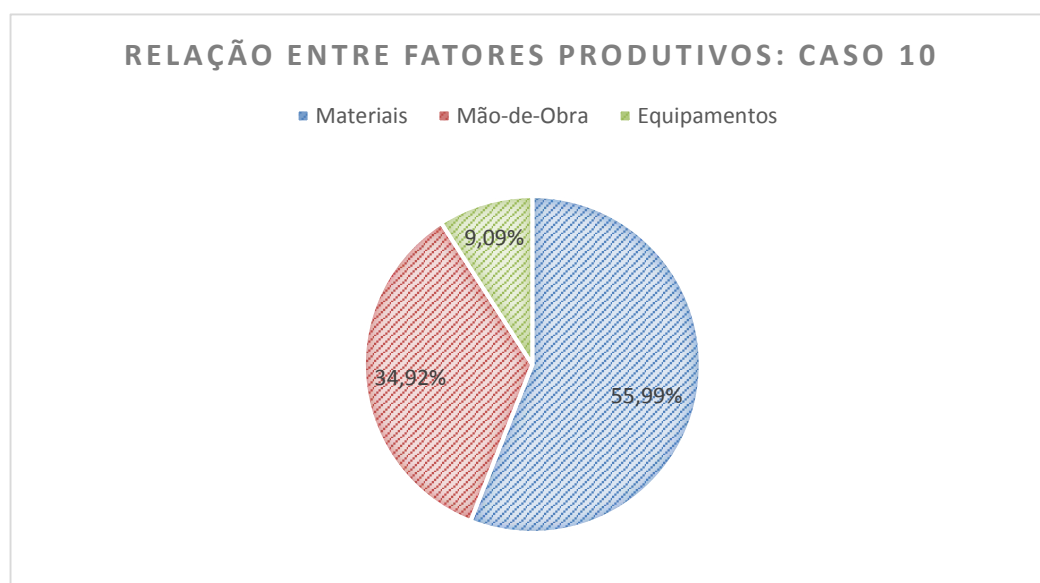


Gráfico 23 – Relação entre fatores produtivos: Caso 10

O presente caso apresenta-se como o único, dentro do grupo dos problemas de fendilhação, em que os materiais apresentam grande peso orçamental. Este peso advém do facto de as resinas epóxi serem um material dispendioso, o que apenas torna este tipo de operações viáveis em casos de grande extensão e de grande valor patrimonial das asnas a recuperar. Em todo o caso é uma operação simples, com resultados muito interessantes uma vez que devolve ao elemento tratado a secção resistente inicial à compressão.

Síntese de intervenções em elementos fendilhados

Compreende-se pela análise dos diferentes casos, que a resolução dos problemas de fendilhação dos elementos não apresenta um custo acrescido muito elevado, mesmo utilizando resinas epóxi ou chapas metálicas. Assim propomos que quaisquer que sejam as intervenções realizadas, estas sejam complementadas com a correção deste tipo de problemas. A comparação entre custos diretos das soluções não acrescenta informação relevante na comparação entre elas, mas permite visualizar uma vez mais a diferença de ordem de grandeza nos diferentes tipos de intervenções.

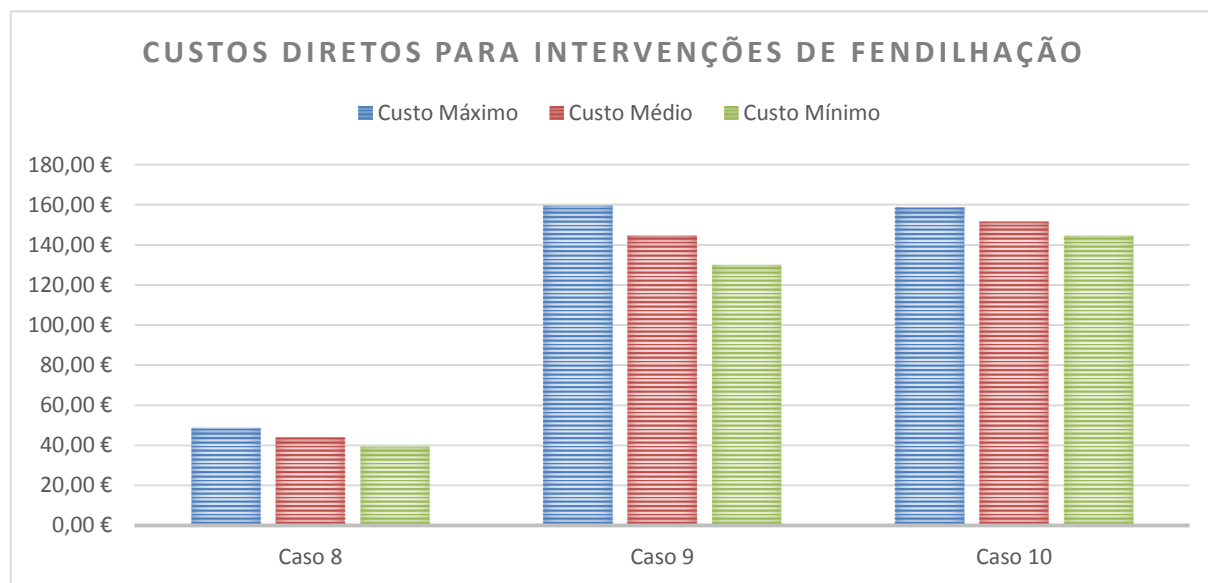


Gráfico 24 - Comparação de custos diretos para intervenções de fendilhação

4.3.4.4. Problemas de secção insuficiente

Apesar de se ter apenas um caso de estudo no que ao aumento da secção resistente diz respeito, uma vez que, em estruturas de cobertura, o problema não surge com frequência de outra forma, esta operação é complexa o que implica um volume de recursos elevado, e consequentemente elevados gastos. É por isso importante analisar-se com cuidado os gráficos seguintes.

Caso 11 - Aumento de secção com elementos de madeira

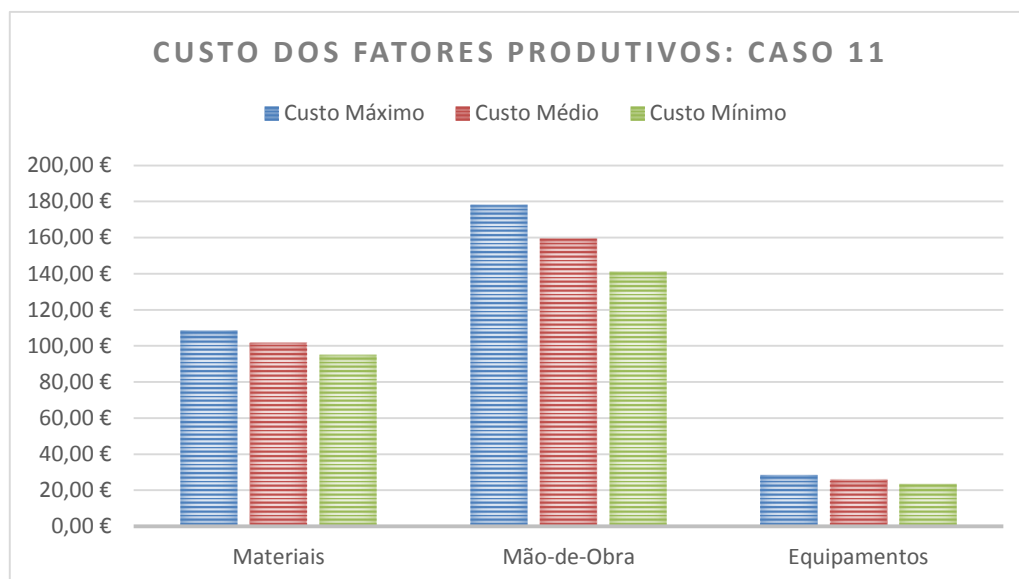


Gráfico 25 - Custo dos fatores produtivos: Caso 11

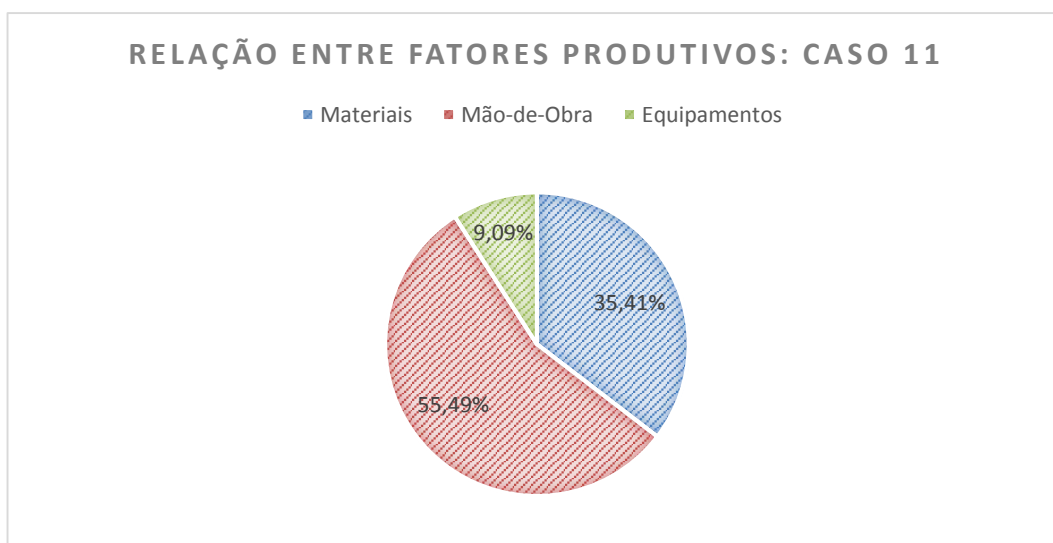


Gráfico 26 - Relação entre fatores produtivos: Caso 11

Pode-se então concluir que mais uma vez a mão-de-obra é o fator produtivo determinante, com um peso superior à soma dos restantes. Esta apresenta, como tem sido habitual, um intervalo considerável relembrando a possibilidade de melhorias que este sugere.

4.3.4.5. Substituições

No caso de não ser possível reabilitar um elemento, este poderá ser realizado em oficina e colocado em obra. Esta é a tendência natural de muitas empresas que não dominam as tecnologias de reabilitação. No entanto para as que as dominam torna-se necessário saber qual o real custo deste trabalho para que assim possam decidir qual o mais vantajoso economicamente.

Caso 12 - Substituição total da linha

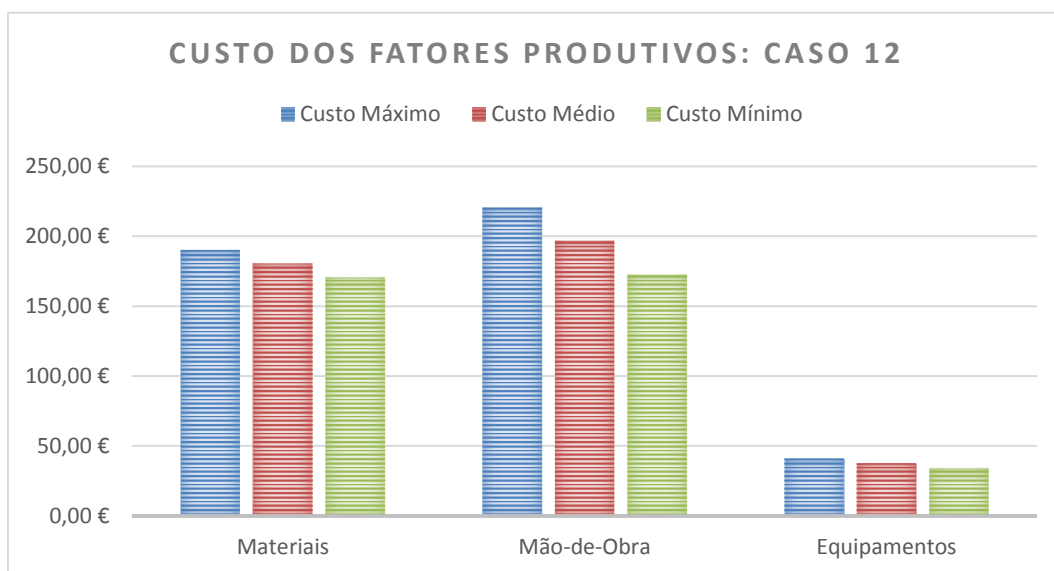


Gráfico 27 – Custo dos fatores produtivos: Caso 12

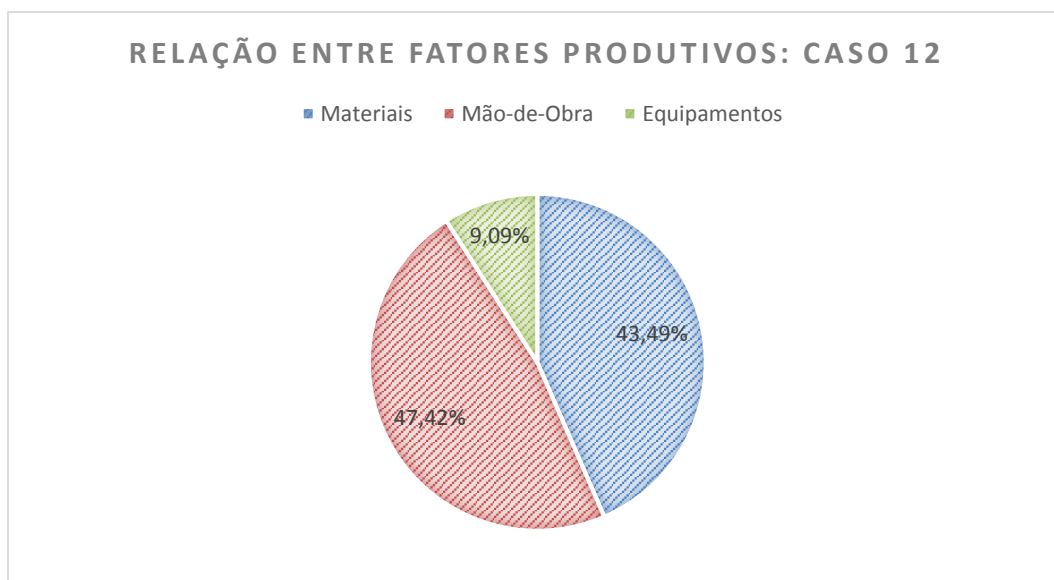


Gráfico 28 – Relação entre fatores produtivos: Caso 12

A substituição da linha não se demonstra assim uma operação mais dispendiosa do que uma combinação de intervenções numa linha. Em todo o caso a inserção de um elemento novo nunca é ideal para a asna, pelo que, se for possível, sugere-se a reparação da linha original. Uma vez mais a mão-de-obra sobressai como o fator produtivo com maior preponderância.

Caso 13 - Substituição total da perna

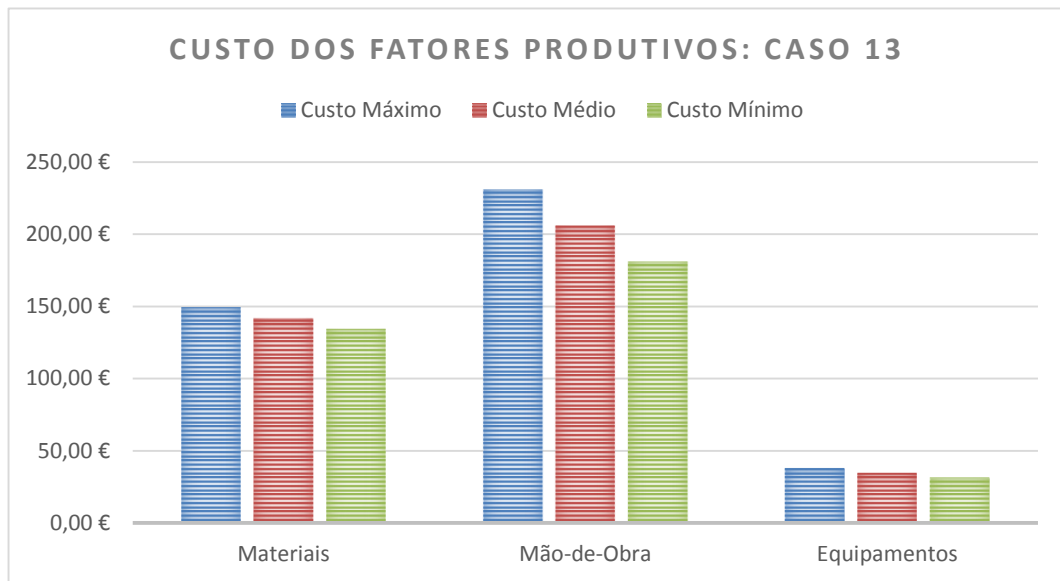


Gráfico 29 - Custo dos fatores produtivos: Caso 13

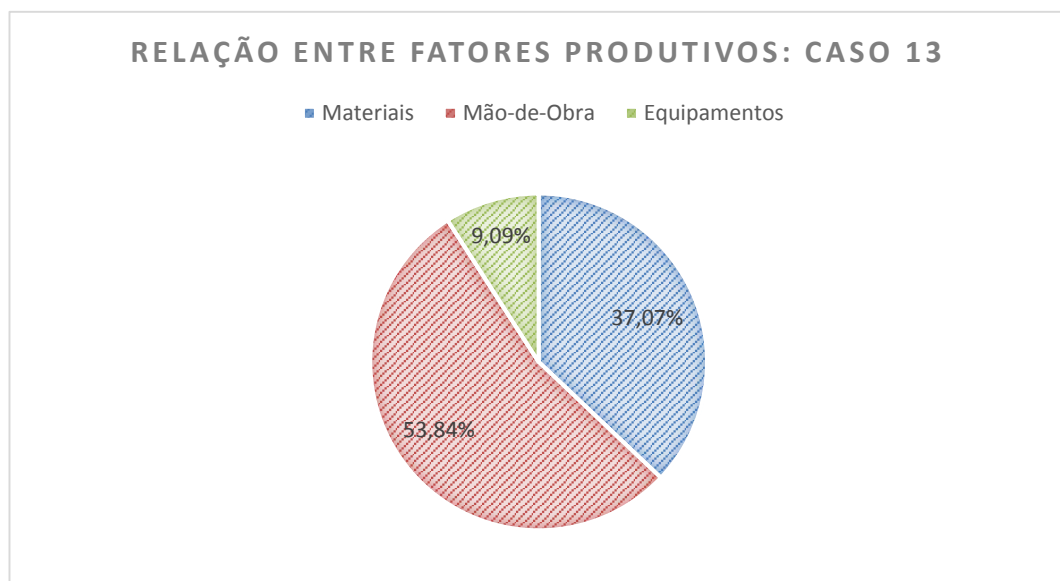


Gráfico 30 – Relação entre fatores produtivos: Caso 13

Ao contrário da linha, que com frequência necessita de duas intervenções – os dois apoios – a perna é um elemento em que as patologias mais habituais se prendem com fraturas, degradação da ligação perna-linha ou, não sendo uma patologia, com a necessidade de aumento da secção. Com facilidade se compreende que estas não surgirão combinadas com frequência, o que desencoraja do ponto de vista económico a substituição da perna, uma vez que é dispendioso e é um trabalho complexo ao nível dos escoramento e sustentação. Na análise da tarefa, e comprovando uma vez mais a tendência já reconhecida, a mão-de-obra surge com grande preponderância na relação entre fatores produtivos.

Caso 14 - Substituição de asna completa

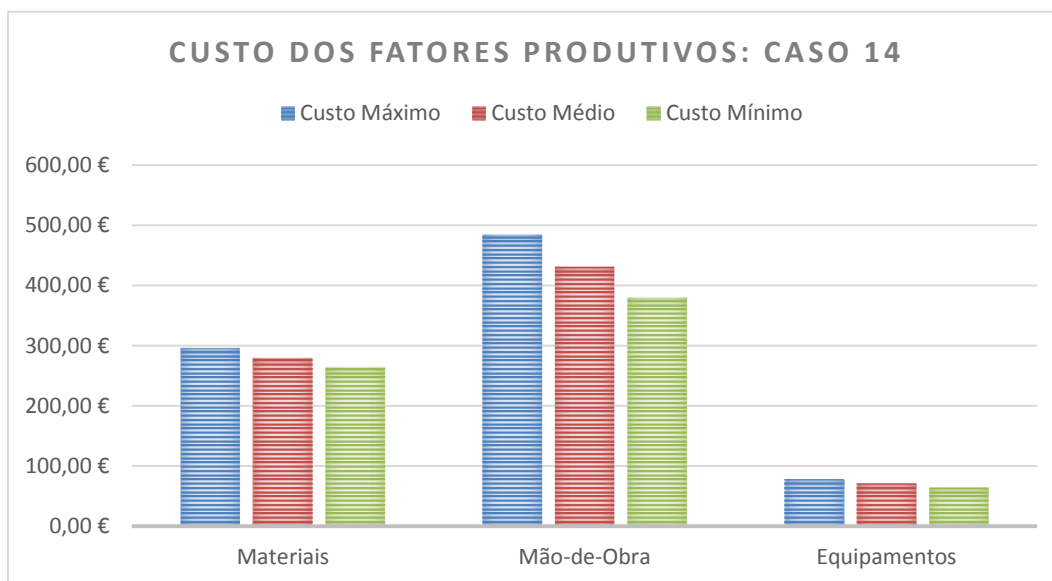


Gráfico 31 – Custo dos fatores produtivos: Caso 14

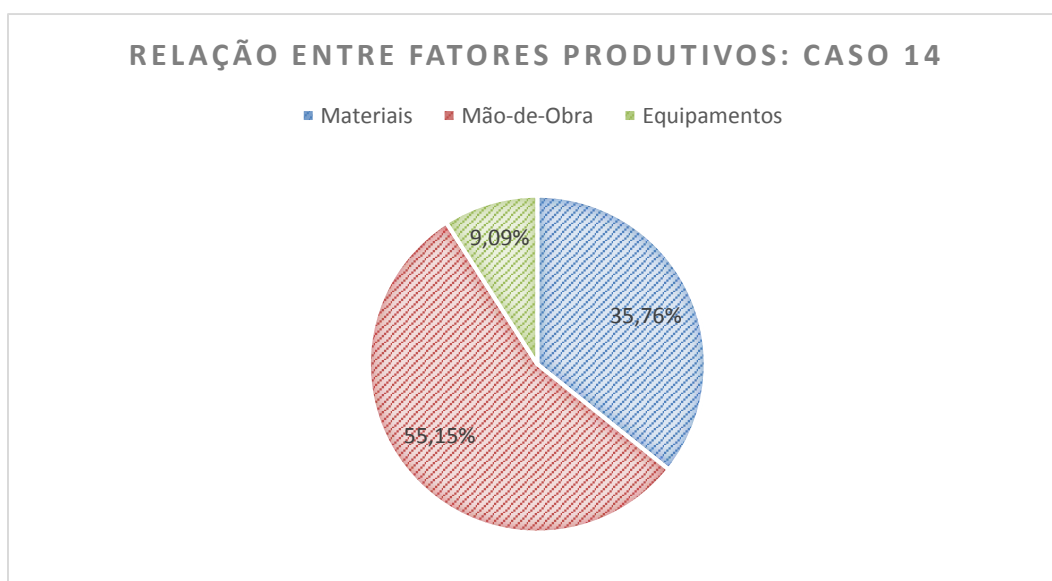


Gráfico 32 – Relação entre fatores produtivos: Caso 14

A substituição total de uma asna surge, como seria expectável como a tarefa mais dispendiosa, dado o volume de recursos e de tempo necessários à sua realização. Este custo tem muito interesse no sentido em que demonstra duas ideias aparentemente antagónicas, ou seja, mostra que a substituição de uma asna completa sem que tenha sido analisada a possibilidade de reabilitar a existente não é razoável, mas mostra também que esta substituição não apresenta um custo suficientemente elevado para que, em caso de necessidade, se justifique não tratar o telhado de modo a entrar o aparecimento de patologias futuras.

Síntese das substituições

Não fazendo sentido a comparação entre operações de substituição, uma vez que o problema original é diferente, cada uma destas poderá ser comparada com as intervenções necessárias à reabilitação do elemento inicial, justificando assim a sua não substituição. Nesta comparação compreendemos que o elemento que mais facilmente justificará a colocação de madeira nova é a linha dado ser o elemento que mais se degrada e simultaneamente o que mais simplesmente é substituído. Olhando para as relações entre fatores produtivos, estas operações comprovam a predominância da mão-de-obra em intervenções com madeira.

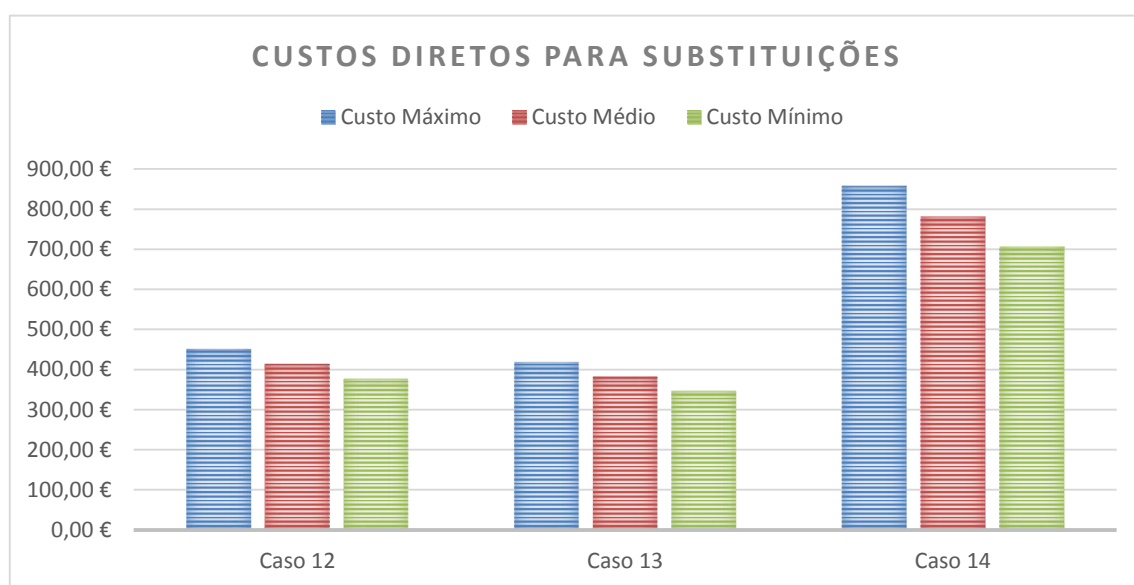


Gráfico 33 - Comparação de custos diretos para substituições

5

CONCLUSÕES

Terminado o desenvolvimento da dissertação proposta e tendo sido cumpridos os objetivos propostos, este capítulo pretende apresentar duas visões: uma primeira que permita tirar conclusões práticas e objetivas sobre o trabalho desenvolvido, valorizando-o e dotando o leitor de informação útil e validada. Uma segunda visão que pretende apontar os desenvolvimentos futuros que o trabalho sugere.

5.1. SÍNTESE

Os resultados obtidos permitem concluir, que a mão-de-obra é o fator produtivo mais importante em operações de reabilitação de estruturas de madeira, apresentando uma preponderância praticamente sempre superior a 40%, podendo ser superior a 80% em certos casos. Esta primeira conclusão, apesar de não ser inesperada, é muito importante uma vez que indica claramente a forma das empresas poderem otimizar não apenas o seu processo de orçamentação, como também a sua secção de produção, procurando simultaneamente conhecer os rendimentos reais e melhorá-los.

Outro recurso muito importante são os materiais, e dentro deste compreendemos que a madeira é o que conduz a custos mais baixos, aliando-lhes a baixa intrusividade e a capacidade estrutural, que não sendo tão elevada como a dos elementos metálicos assegura a estabilidade dos elementos em estudo. A comparação entre os casos 2 e 3 confirma esta afirmação, uma vez que a substituição da madeira por perfis metálicos acarreta um aumento de preponderância dos materiais de 23,97% para 59,25%. No que aos elementos metálicos diz respeito a presente dissertação não permite tirar conclusões relativamente aos custos, uma vez que a carência de cálculo estrutural conduz à deficiente otimização destes recursos. Verifica-se ainda que a utilização de resinas epóxi se demonstra dispendiosa, o que conduz a que este recurso se limite maioritariamente a operações em grandes edifícios, com valor patrimonial dos elementos muito elevado.

Conclui-se também, no que às intervenções em apoios diz respeito que estes devem ser deixados livres, permitindo não apenas a expansão e retração da madeira evitando fendas e empenos, mas também que a zona do apoio seja permanentemente ventilada, reduzindo assim a probabilidade de contaminação por agentes bióticos. Quanto às opções de substituição de elementos, verifica-se que não é correntemente a solução menos dispendiosa, ao contrário do comumente afirmado, o que nos leva a reforçar a crença

de que qualquer empresa que domine as diversas tecnologias aplicáveis terá grande vantagem em orçamentar criteriosamente as soluções, utilizando as propostas descritas no capítulo 3.

Finalmente o trabalho desenvolvido demonstra muito claramente que a reabilitação de estruturas de madeira não é uma operação com gastos desmedidos, desde que o processo de orçamentação seja regido por uma metodologia de rigor. Esta conclusão surge assim como uma das mais importantes, uma vez que contribui para a desmistificação da reabilitação de estruturas de madeira como construção demasiado dispendiosa e inoportável economicamente.

5.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

A presente dissertação sugere muito claramente dois caminhos para desenvolvimentos futuros, ambos com grande interesse.

Uma primeira linha de propostas recai no desenvolvimento de trabalhos semelhantes, mas cujas intervenções abrangidas pelo âmbito sejam diferentes. Teria grande interesse a realização de diversos trabalhos que abrangessem não apenas todas as estruturas de madeira – pavimentos, paredes e escadas – como também as tecnologias de diferentes materiais clássicos como são os casos das pedras – nomeadamente o granito, muito típico do norte do Portugal – ou mesmo das diferentes alvenarias. A utilização da organização aqui proposta em todas estas torná-las-ia como uma coleção de indicações tecnológicas e de informação detalhada de fatores e custos que teria o maior interesse para os intervenientes na área da reabilitação, bem como para os seus autores.

Uma segunda linha de propostas surge com o objetivo de diminuir a incerteza dos fatores considerados. Assim propõe-se primeiramente a caracterização detalhada dos rendimentos de mão-de-obra em tarefas de reabilitação, não apenas aquelas que se prendem com as estruturas de madeira. Esta caracterização, que teria de ser baseada numa análise estatística fundamentada, seria um dos maiores avanços para que se atinja maior rigor na orçamentação deste tipo de tarefas, dada a preponderância já demonstrada que este recurso representa nos custos finais. De seguida surge com interesse o estudo dos equipamentos necessários, uma vez que a decisão de uma empresa adquirir ou não um determinado equipamento é uma decisão muito importante para o seu sucesso e que, apoiada por um trabalho científico, se tornaria mais simples. No que toca aos materiais, o estudo da variação dos custos apresenta-se já como complexa, uma vez que esta depende muito dos descontos conseguidos pela empresa, das condições de pagamento e da evolução da economia nacional, o que torna o seu âmbito menos interessante do ponto de vista das tecnologias da construção. Por fim, teria interesse o estudo da composição do preço de venda. Nesta proposta seria relevante a caracterização dos fatores de custos constituintes dos custos de estaleiro e dos custos indiretos aplicáveis a operações de reabilitação de edifícios.

BIBLIOGRAFIA

- Abbott, A. (2000). Innovation in structural timber. *TRADA Timber Industry Yearbook*.
- Almeida, F. (2012). *A madeira como material estrutural: projeto da estrutura da cobertura de um edifício*. Porto: Dissertação FEUP.
- APICC; CTCV; IC. (1998). *Manual de aplicação de telhas cerâmicas*.
- Appleton, J. (2003). *Reabilitação de Edifícios Antigos - Patologias e tecnologias de intervenção*. Edições Orion.
- Arriaga, F., Peraza, F., Esteban, M., Bobadilla, I., & Garcia, F. (2002). *Intervencion en Estructuras de Madera*. Madrid.
- Bezelga, A. (1984). *Edifícios de Habitação: Caracterização e Estimação Técnico-Económica*.
- Branco, J., Cruz, P., & Piazza, M. (2006). Asnas de madeira, a importância da rigidez das ligações. 4ª *Jornadas Portuguesas de Engenharia de Estruturas*.
- Branco, P. (1993). *Rendimentos de Mão-de-Obra, Materiais e Equipamentos em Edificação e Obras Publicas*.
- Calejo, R. (1996). Projecto e Diagnóstico de Patologias em Edifícios. 4as *Jornadas de Construções Cívicas*. Porto.
- CES. (2004). *EC5 - Projecto de Estruturas de Madeira. Parte 1.1 Regras gerais e regras para edifícios. NP ENV 1995-1-1*. Lisboa: IPQ.
- Cóias, V. (2006). *Reabilitação Estrutural de Edifícios Antigos*. Lisboa: Argumentum; GECORPA.
- Costa, A., Paupério, E., Guedes, J., Ilharco, T., & Lopes, W. (2008). *Igreja de Valongo - Avaliação do Estado de Conservação das Coberturas*. Valongo: FEUP.
- Costa, F. (n.d.). *Enciclopédia prática de Engenharia Civil*. Lisboa: Portugália Editora.
- Cruz, H., Machado, J., Moura, J., & Cóias, V. (2000). Reforço local de elementos estruturais de madeira . *REPAR 2000. Encontro Nacional sobre Conservação e Reabilitação de Estruturas*. Lisboa.
- Faria, J. (2003). Avaliação e Reabilitação de Construções Existentes. 1as *Jornadas Engenharia Civil da Universidade de Aveiro*.
- Faria, J. A. (2012). *Gestão de Obras e Segurança - Apontamentos da disciplina*. Porto: FEUP.
- Freitas, V. P. (2012). *Manual de apoio ao projecto de reabilitação de edifícios antigos*. Porto: Ordem dos Engenheiros da região Norte.
- GEQUALTEC. (2014, Fevereiro 10). *WIKI GEQUALTEC*. Retrieved from <http://paginas.fe.up.pt/~gequaltec/w/index.php?title=ProNIC>
- HILTI. (2011/2012). *Catálogo Geral*.
- ICOMOS. (2003). *Recommendations for the analysis, conservation and structural restoration* .
- Ilharco, T. (2008). *Pavimentos de madeira em edifícios antigos. Diagnóstico e intervenção estrutural*. Porto: Dissertação de Mestrado, FEUP.
- INE. (2014, Fevereiro 3).

- Issa, C. A., & Kmeid, Z. (2004). Advanced wood engineering: glulam beams. *Construction and Building Materials*, 99-106.
- Jockwer, R., Steiger, R., & Frangi, A. (2014). *Journal of Structural Engineering*.
- Kumar, R. (2011). *Research Methodology*. SAGE.
- LNEC, L. N. (1979). *Recomendações para elaboração de especificações de comportamento - Especificação E 326*.
- Lopes, M. A. (2007). *Tipificação de Soluções de Reabilitação de Estruturas de Madeira em Coberturas de Edifícios Antigos*. Porto: Dissertação de Mestrado, FEUP.
- Manso, A. C., Fonseca, M. S., & Espada, J. C. (2007). *Informação sobre custos: Fichas de rendimentos*. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
- Negrão, J. (2012). Prestressing Systems for Timber Beams. *WTCE 2012*, (pp. 252-261). Auckland.
- Negrão, J., & Faria, A. (2009). *Projecto de Estruturas de Madeira*. Publindústria.
- Reis, M., Branco, F., & Mascarenhas, J. (2006). Técnicas de reabilitação de estruturas de madeira. *Patorreb 2006*. Porto: FEUP.
- Rothoblaas. (2012). *Catálogo Geral*.
- Rui Moreira defende que "o futuro do Porto passa pela reabilitação". (30 de Novembro de 2012). *Jornal de Notícias*. Obtido em 16 de Fevereiro de 2014, de http://www.jn.pt/paginainicial/pais/concelho.aspx?Distrito=Porto&Concelho=Porto&Option=Interior&content_id=2920046&page=-1
- Sá, J. (2011). *Proposta de uma estrutura de custos na reabilitação de edifícios antigos - Análise de casos*. Porto: Dissertação de Mestrado, FEUP.
- Silva, J. P. (2008). *Especificações de Tratamentos de Preservação para Elementos de Madeira*. Porto: Dissertação de Mestrado, FEUP.
- Tlustochowicz, G., Serrano, E., & Steiger, R. (2011). State-of-the-art review on timber connections with glued-in steel rods. *Materials and Structures*, 997-1020.

ANEXOS

ANEXO A – DESENHOS TÉCNICOS

ANEXO B – FICHAS DE ORÇAMENTAÇÃO

ANEXO C – TABELA PARA O CÁLCULO DO CUSTO UNITÁRIO DA MÃO-DE-OBRA

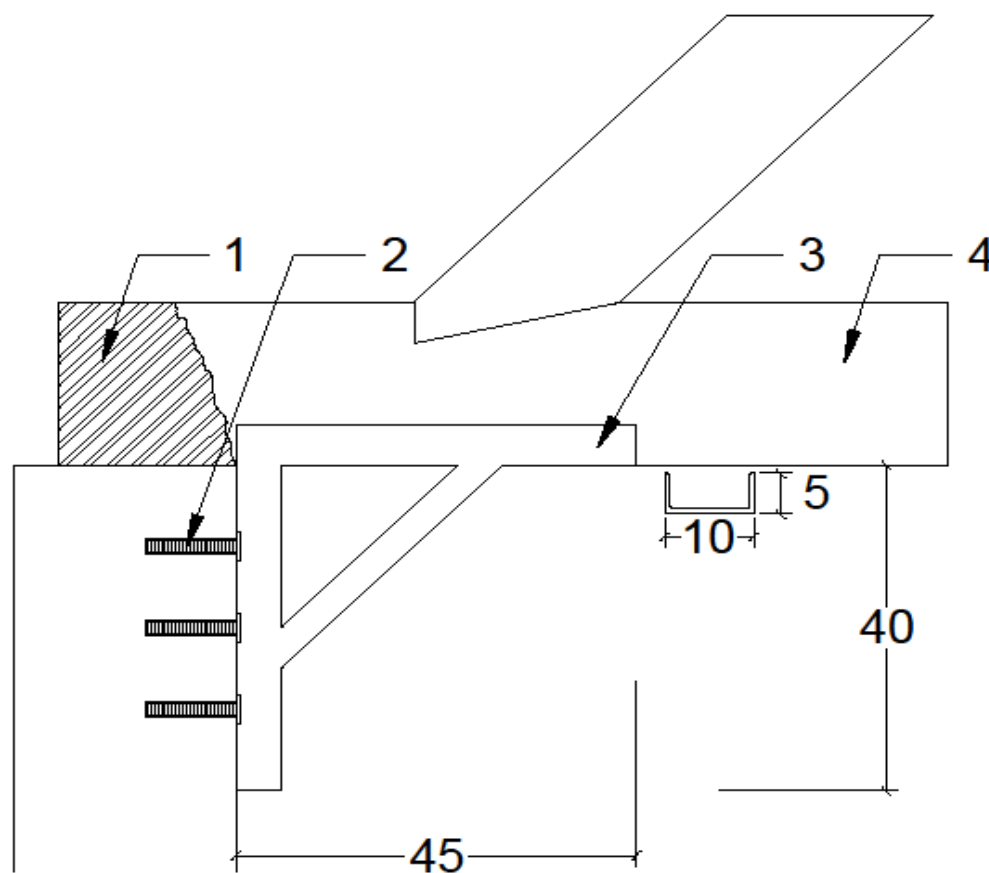
ANEXO D – TABELA DE PRODUTOS PREVENTIVOS

ANEXO E – TABELA DE PRODUTOS CURATIVOS

ANEXO F – FICHA TÉCNICA XILOPHONE S.O.R. 40

ANEXO A – DESENHOS TÉCNICOS

- Desenho 01 – Caso 1: Reforço do apoio da asna com cachorro metálicos - Corte1
- Desenho 02 – Caso 1: Reforço do apoio da asna com cachorro metálicos - Corte2
- Desenho 03 – Caso 2: Reforço do encontro da linha com elementos de madeira - Corte
- Desenho 04 – Caso 2: Reforço do encontro da linha com elementos de madeira – Planta
- Desenho 05 – Caso 3: Reforço do encontro da linha com elementos metálicos – Corte
- Desenho 06 – Caso 3: Reforço do encontro da linha com elementos metálicos – Planta
- Desenho 07 – Caso 4: Consolidação do encontro da asna com argamassa epóxi armada – Corte e Planta
- Desenho 08 – Caso 5: Substituição da ligação perna-linha e do encontro por prótese de madeira – Corte
- Desenho 09 – Caso 5: Substituição da ligação perna-linha e do encontro por prótese de madeira – Planta
- Desenho 10 – Caso 6: Reforço da ligação perna-linha com chapa metálica interna – Corte
- Desenho 11 – Caso 6: Reforço da ligação perna-linha com chapa metálica interna – Planta
- Desenho 12 – Caso 7: Reforço de ligação da linha com elementos metálicos – Corte
- Desenho 13 – Caso 7: Reforço de ligação da linha com elementos metálicos – Planta
- Desenho 14 – Caso 8: Reparação de pequena fenda com parafusos – Corte e Planta
- Desenho 15 – Caso 9: Reparação de fenda na perna com chapa metálica – Corte e Planta
- Desenho 16 – Caso 11: Aumento de secção com elemento de madeira – Corte e Secção
- Desenho 17 – Caso 12: Substituição total da linha – Corte e Secção
- Desenho 18 – Caso 13: Substituição total da perna – Corte e Secção
- Desenho 19 – Caso 14: Substituição de asna completa – Corte e Secção

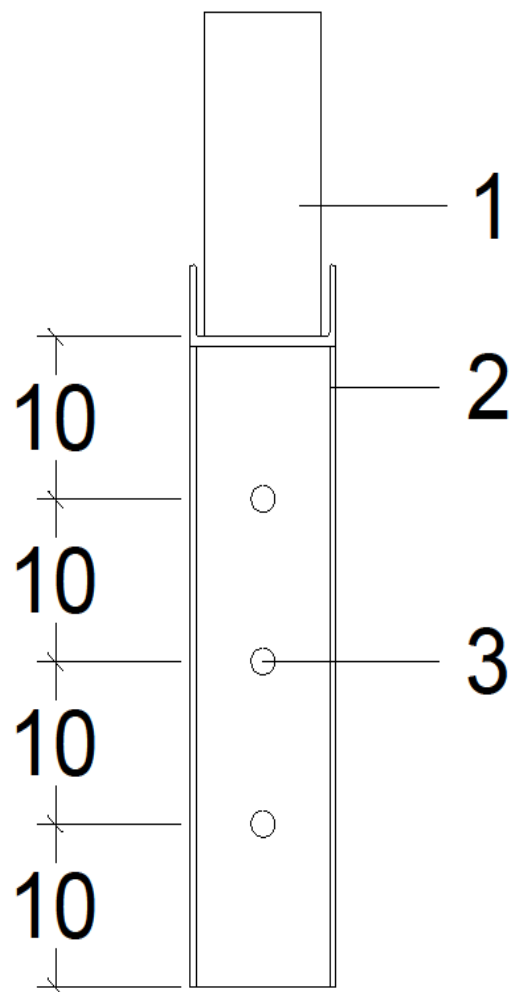


Legenda

- 1 Madeira degradada
- 2 Varão roscado
- 3 Cachorro metálico
- 4 Madeira sã

01

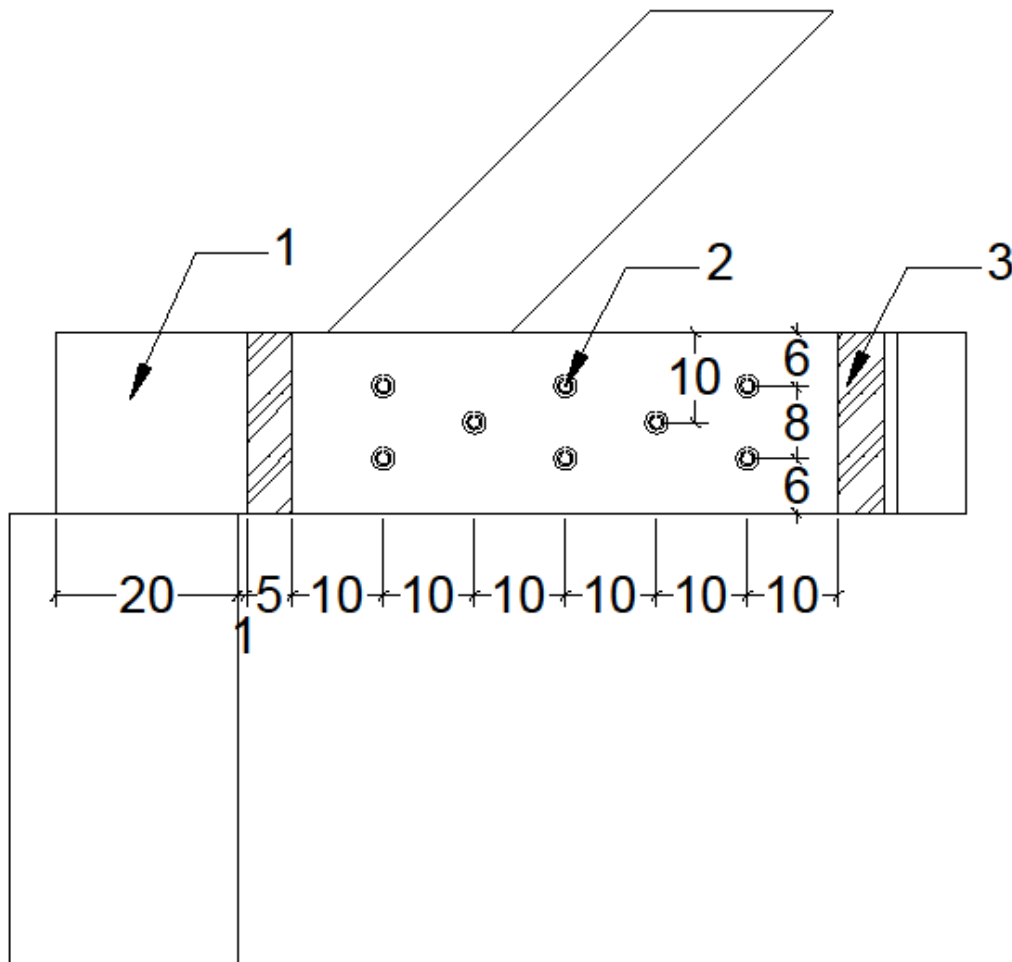
Título:	
Estrutura de Custos de Trabalhos de Elementos Estruturais de Madeira em Obras de Reabilitação	
Subtítulo:	Ref:
Caso01_Corte1	A.01.2.
Autor:	Data:
Rui Maria Marrana	06/2014
Escala:	Un:
Sem escala	cm



Legenda

- 1 Linha da asna
- 2 Cachorro metálico
- 3 Varão roscado

02	Título:	
	Estrutura de Custos de Trabalhos de Elementos Estruturais de Madeira em Obras de Reabilitação	
	Subtítulo:	Ref:
	Caso01_Corte2	A.01.2.
	Autor:	Data:
	Rui Maria Marrana	06/2014
	Escala:	Un:
	Sem escala	cm

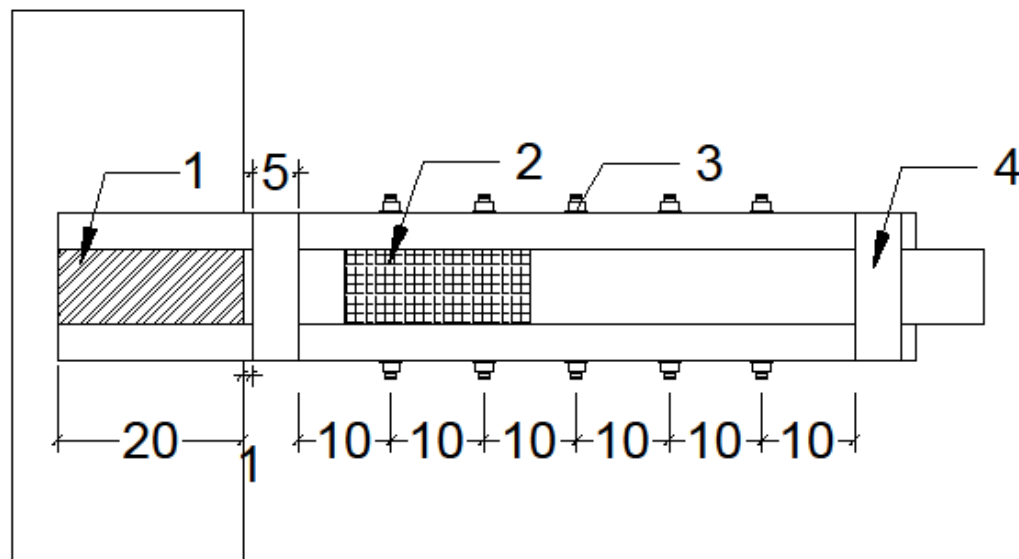


Legenda

- 1 Tábua de madeira
- 2 Varão roscado
- 3 Cinta de ferro

03

Título:	
Estrutura de Custos de Trabalhos de Elementos Estruturais de Madeira em Obras de Reabilitação	
Subtítulo:	Ref:
Caso02_Corte	A.02.1.
Autor:	Data:
Rui Maria Marrana	06/2014
Escala:	Un:
Sem escala	cm

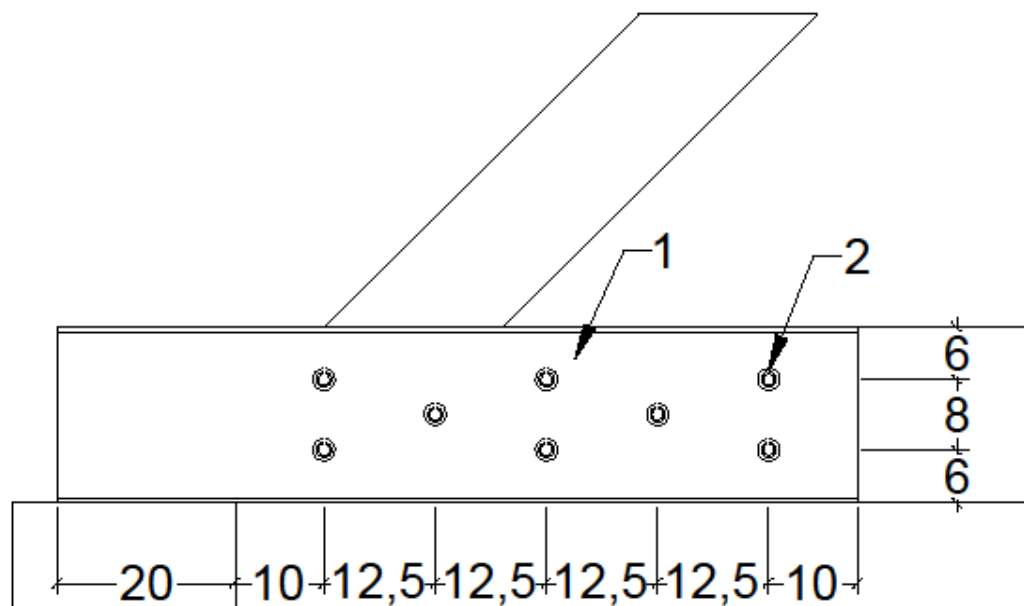


Legenda

- 1 Madeira degradada
- 2 Ligação perna-linha
- 3 Varão roscado
- 4 Cinta de ferro

04

Título:	
Estrutura de Custos de Trabalhos de Elementos Estruturais de Madeira em Obras de Reabilitação	
Subtítulo:	Ref:
Caso02_Planta	A.02.2.
Autor:	Data:
Rui Maria Marrana	06/2014
Escala:	Un:
Sem escala	cm

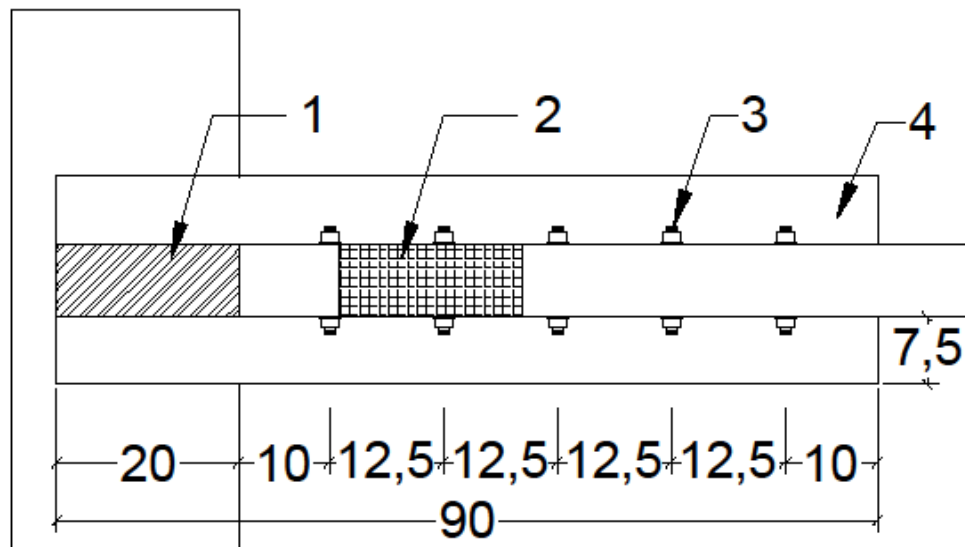


Legenda

- 1 Perfil UPN 200
- 2 Varão roscado

05

Título:	
Estrutura de Custos de Trabalhos de Elementos Estruturais de Madeira em Obras de Reabilitação	
Subtítulo:	Ref:
Caso03_Corte	A.03.1.
Autor:	Data:
Rui Maria Marrana	06/2014
Escala:	Un:
Sem escala	cm

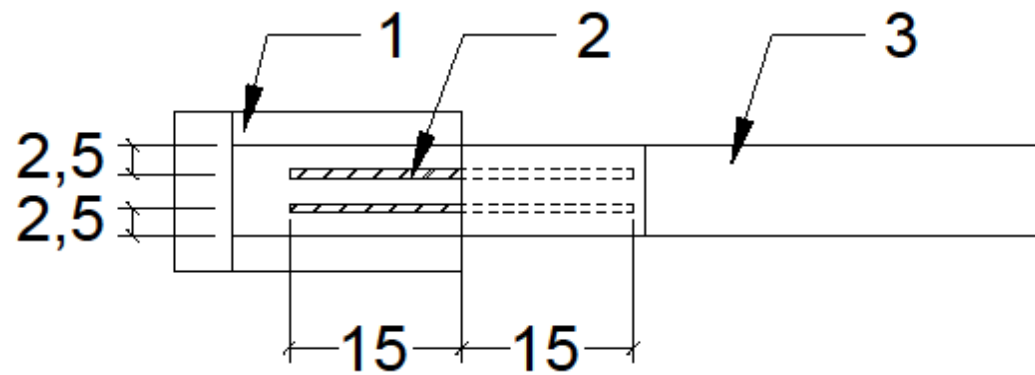


Legenda

- 1 Madeira degradada
- 2 Ligação perna-linha
- 3 Varão roscado
- 4 Perfil UPN 200

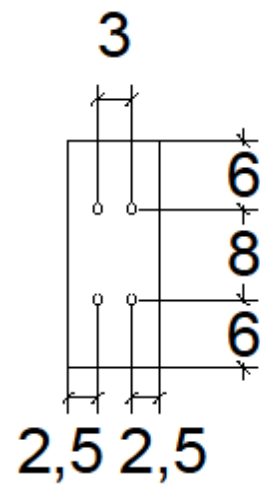
06

Título:	
Estrutura de Custos de Trabalhos de Elementos Estruturais de Madeira em Obras de Reabilitação	
Subtítulo:	Ref:
Caso03_Planta	A.03.2.
Autor:	Data:
Rui Maria Marrana	06/2014
Escala:	Un:
Sem escala	cm

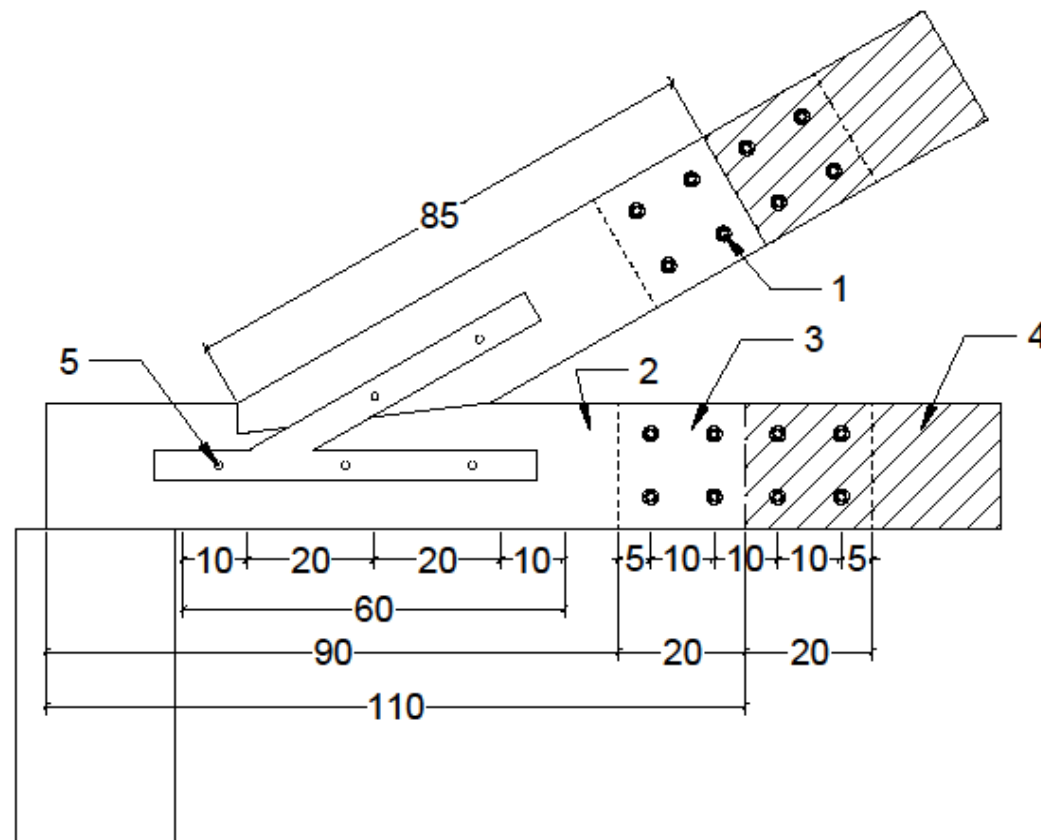


Legenda

- 1 Cofragem
- 2 Varão FRP
- 3 Madeira sã



07	Título:	
	Estrutura de Custos de Trabalhos de Elementos Estruturais de Madeira em Obras de Reabilitação	
	Subtítulo:	Ref:
	Caso04_Corte&Planta	A.04.1.
	Autor:	Data:
	Rui Maria Marrana	06/2014
	Escala:	Un:
	Sem escala	cm

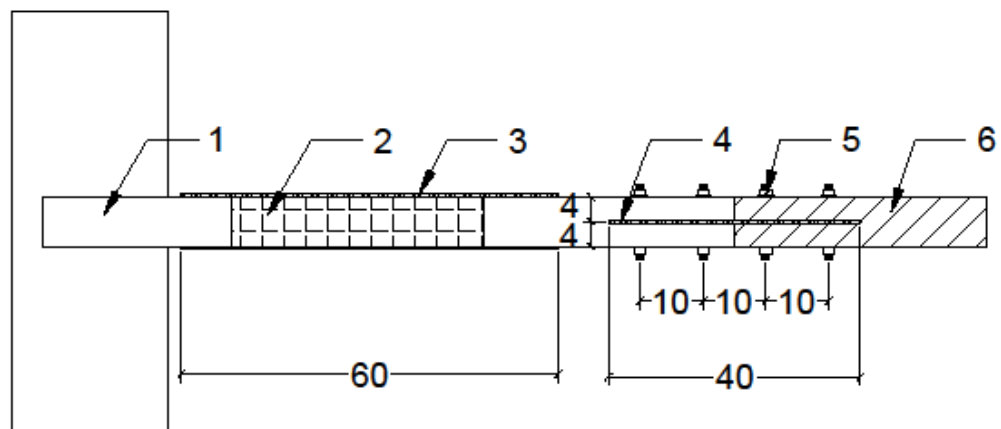


Legenda

- 1 Varão roscado
- 2 Prótese de madeira
- 3 Chapa metálica
- 4 Madeira sã

08

Título:	
Estrutura de Custos de Trabalhos de Elementos Estruturais de Madeira em Obras de Reabilitação	
Subtítulo:	Ref:
Caso05_Corte	A.05.1.
Autor:	Data:
Rui Maria Marrana	06/2014
Escala:	Un:
Sem escala	cm

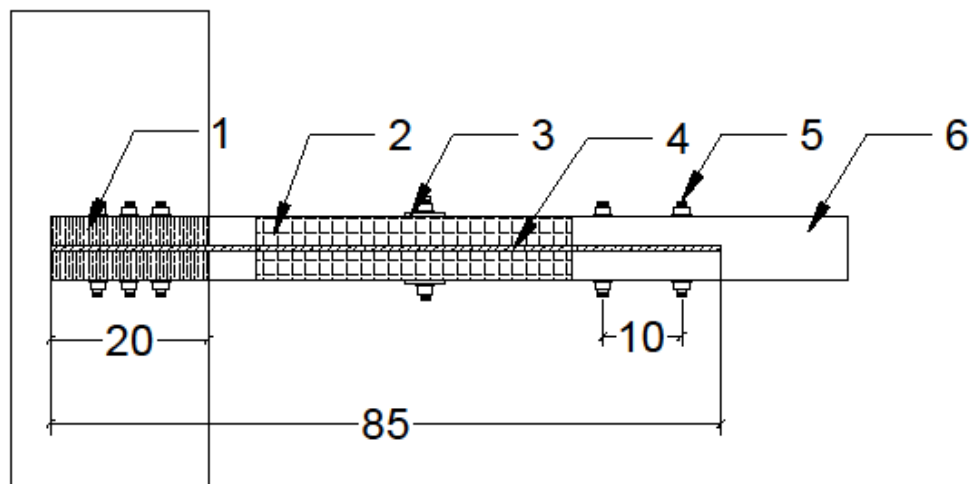


Legenda

- 1 Prótese de madeira
- 2 Ligação perna-linha
- 3 Ligador metálico
- 4 Chapa metálica
- 5 Varão roscado
- 6 Madeira sã

09

Título:	
Estrutura de Custos de Trabalhos de Elementos Estruturais de Madeira em Obras de Reabilitação	
Subtítulo:	Ref:
Caso05_Planta	A.05.2.
Autor:	Data:
Rui Maria Marrana	06/2014
Escala:	Un:
Sem escala	cm

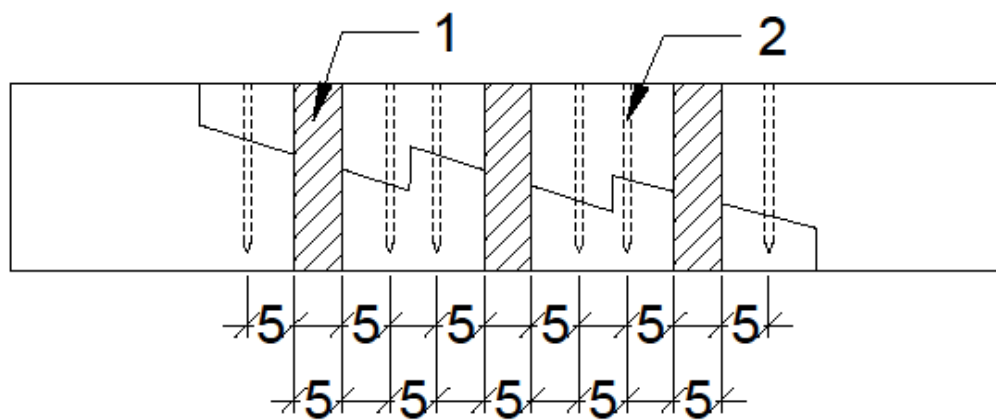


Legenda

- 1 Prótese de madeira
- 2 Ligação perna-linha
- 3 Ligador metálico
- 4 Chapa metálica
- 5 Varão roscado
- 6 Madeira sã

11

Título:	
Estrutura de Custos de Trabalhos de Elementos Estruturais de Madeira em Obras de Reabilitação	
Subtítulo:	Ref:
Caso06_Planta	A.06.2.
Autor:	Data:
Rui Maria Marrana	06/2014
Escala:	Un:
Sem escala	cm

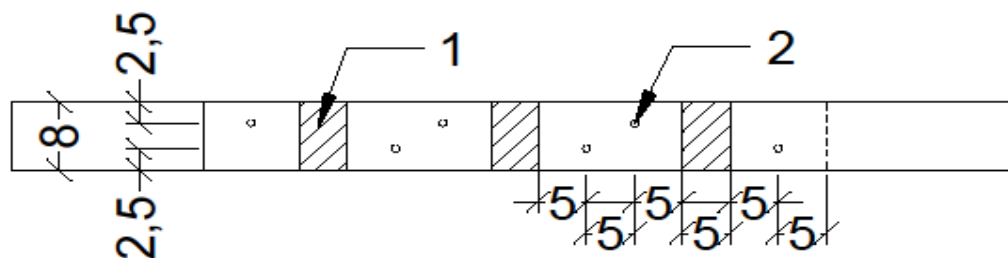


Legenda

- 1 Cinta de ferro
- 2 Parafuso

12

Título:	
Estrutura de Custos de Trabalhos de Elementos Estruturais de Madeira em Obras de Reabilitação	
Subtítulo:	Ref:
Caso07_Corte	A.07.1.
Autor:	Data:
Rui Maria Marrana	06/2014
Escala:	Un:
Sem escala	cm

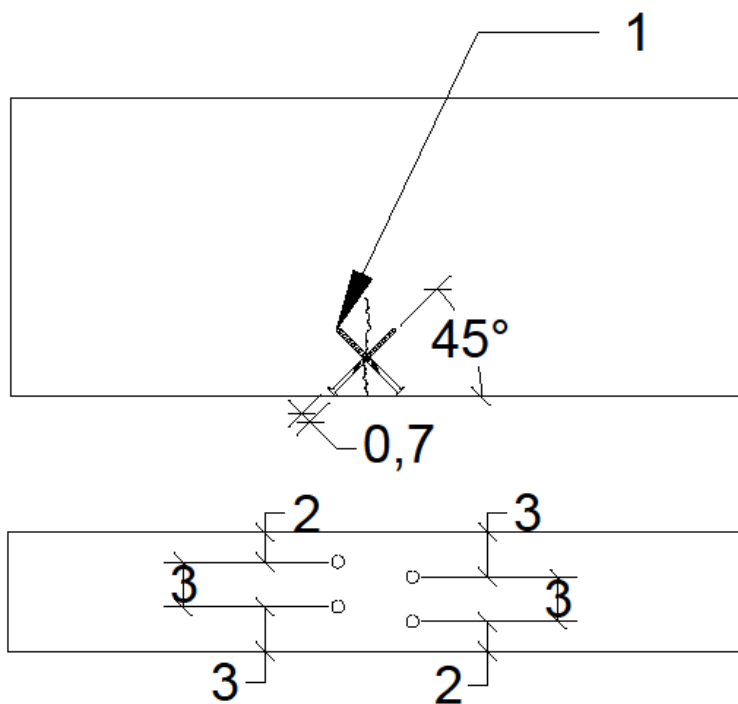


Legenda

- 1 Cinta de ferro
- 2 Parafuso

13

Título:	
Estrutura de Custos de Trabalhos de Elementos Estruturais de Madeira em Obras de Reabilitação	
Subtítulo:	Ref:
Caso07_Planta	A.07.2.
Autor:	Data:
Rui Maria Marrana	06/2014
Escala:	Un:
Sem escala	cm

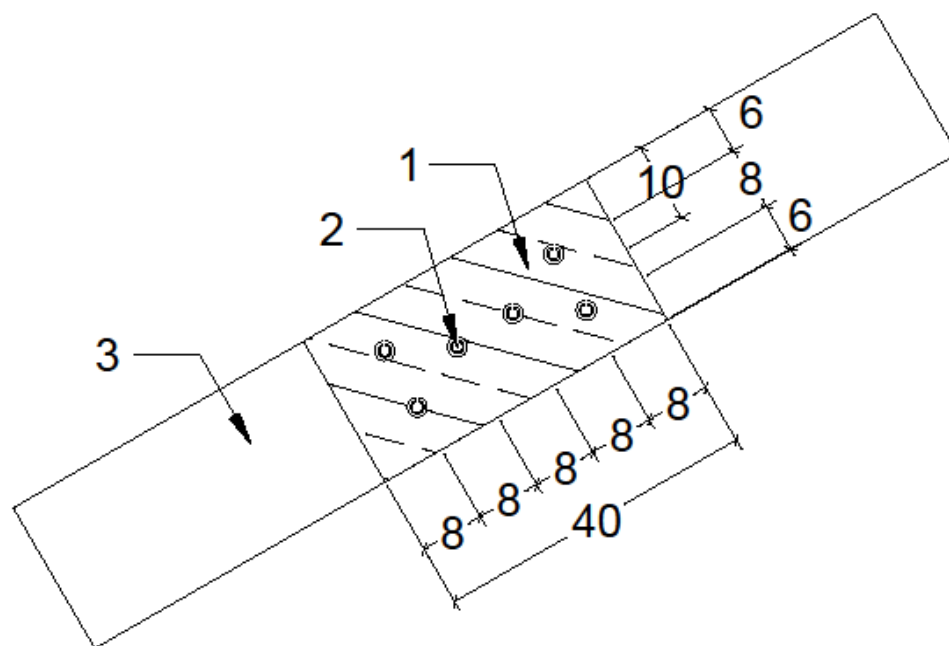


Legenda

1 Parafuso

14

Título:	
Estrutura de Custos de Trabalhos de Elementos Estruturais de Madeira em Obras de Reabilitação	
Subtítulo:	Ref:
Caso08_Corte&Planta	A.08.1.
Autor:	Data:
Rui Maria Marrana	06/2014
Escala:	Un:
Sem escala	cm



Legenda

- 1 Chapa metálica
- 2 Varão roscado
- 3 Perna da asna

15

Título:	
Estrutura de Custos de Trabalhos de Elementos Estruturais de Madeira em Obras de Reabilitação	
Subtítulo:	Ref:
Caso09_Corte&Planta	A.09.1.
Autor:	Data:
Rui Maria Marrana	06/2014
Escala:	Un:
Sem escala	cm

Legenda

- 1 Chapa metálica
- 2 Varão roscado
- 3 Perna da asna

16

Título: Estrutura de Custos de Trabalhos de Elementos Estruturais de Madeira em Obras de Reabilitação	
Subtítulo: Caso09_Corte&Planta	Ref: A.09.1.
Autor: Rui Maria Marrana	Data: 06/2014
Escala: Sem escala	Un: cm

Legenda

- 1 Chapa metálica
- 2 Varão roscado
- 3 Perna da asna

17

Título:	
Estrutura de Custos de Trabalhos de Elementos Estruturais de Madeira em Obras de Reabilitação	
Subtítulo:	Ref:
Caso09_Corte&Planta	A.09.1.
Autor:	Data:
Rui Maria Marrana	06/2014
Escala:	Un:
Sem escala	cm

Legenda

- 1 Chapa metálica
- 2 Varão roscado
- 3 Perna da asna

18

Título:	
Estrutura de Custos de Trabalhos de Elementos Estruturais de Madeira em Obras de Reabilitação	
Subtítulo:	Ref:
Caso09_Corte&Planta	A.09.1.
Autor:	Data:
Rui Maria Marrana	06/2014
Escala:	Un:
Sem escala	cm

Legenda

- 1 Chapa metálica
- 2 Varão roscado
- 3 Perna da asna

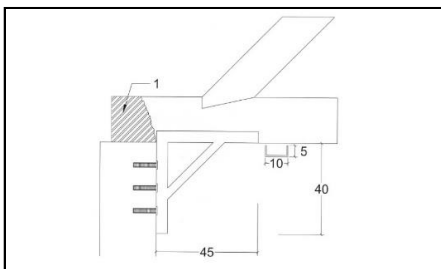
19

Título:	
Estrutura de Custos de Trabalhos de Elementos Estruturais de Madeira em Obras de Reabilitação	
Subtítulo:	Ref:
Caso09_Corte&Planta	A.09.1.
Autor:	Data:
Rui Maria Marrana	06/2014
Escala:	Un:
Sem escala	cm

ANEXO B – FICHAS DE ORÇAMENTAÇÃO

Caso 01

Reforço de apoio de asna com cachorro metálico



Descrição sumária

Reforço do apoio da asna feito com recurso a cachorro metálico fixado à parede com varões roscado e cimento químico.

Nota: Ler cuidadosamente os tempos de manipulação e de cura do produto

Materiais	Un.	Custo Unitário	Rendimento	Quant.	Custo Total
Perfil Metálico	kg	[4,80 ; 5,25] €	1	12,8	[61,44 ; 67,20] €
Varão Hilti	Un.	1,22 €	1	3	3,66 €
Hilti HIT-MM	Un.	11,71 €	1	3	35,13 €
Total Materiais					[100,23; 105,99] €

Mão de Obra	Un.	Custo Unitário	Rendimento	Quant.	Custo Total
Serralheiro	h	9,57 €	[4,48 ; 5,55]	1	[42,87 ; 53,11] €
Ajudante	h	8,58 €	[7,17 ; 8,86]	1	[61,52 ; 76,02] €
Total MO					[104,36 ; 129,13]

Equipamentos	Un.	Custo Un.	Rendim.	Quant.	Custo Total
Equip Geral	vg	-	-	-	[20,46 ; 23,51] €
Total Equip					[20,46 ; 23,51] €

Fornecimentos	Un.	Custo Un.	Rendim.	Quant.	Custo Total
Total Tecn					0,00 €

Custos Directos [225,08 ; 258,63] €

C. Directos + Tarefas gerais [281,09 ; 331,18] €

% Estaleiro 30%

Custos Produção [84,33 ; 99,35] €

% Amortização 10%

Custos Indirectos [36,54 ; 43,05] €

Custo Total [401,96 ; 473,58] €

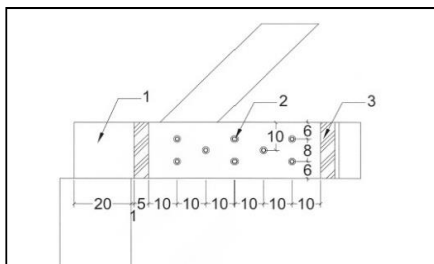
% Lucro e Risco 10%

Preço de Venda [442,16 ; 520,96] €

(Jun 2014)

Caso 02

Reforço do encontro da linha com elementos de madeira



Descrição sumária

Reforço do encontro da linha através do acoplamento de duas tábuas, ligadas entre si por varões roscados, porcas e anilhas de aba larga, e cintadas. As ligações apenas deverão ser feitas na parte sã.

Material	Un.	Custo Unitário	Rendimento	Quant.	Custo Total
Madeira de Pinho	m3	[750 ; 850] €	1	0,0152	[11,40 ; 12,92] €
Varão roscado 8.8	Un.	[0,58 ; 0,62] €	1	8	[4,64 ; 4,96] €
Porca sextavada 8.8	Un.	[0,05 ; 0,06] €	1,1	16	[0,88 ; 1,06] €
Anilha aba larga	Un.	[0,02 ; 0,04] €	1,1	16	[0,35 ; 0,71] €
Cinta de ferro 5 mm	kg	[4,80 ; 5,25] €	1	2,88	[13,85 ; 15,12] €
Total Materiais					[31,12 ; 34,77] €

Mão de Obra	Un.	Custo Unitário	Rendimento	Quant.	Custo Total
Carpinteiro	h	9,57 €	[5,38 ; 6,66]	1	[51,49 ; 63,74] €
Ajudante	h	8,58 €	[3,58 ; 4,44]	1	[30,72 ; 38,01] €
Total MO					[82,21 ; 101,75] €

Equipamentos	Un.	Custo Un.	Rendim.	Quant.	Custo Total
Equip Geral	vg	-	-	-	[11,33 ; 13,65] €
Total Equip					[11,33 ; 13,65] €

Fornecimentos	Un.	Custo Un.	Rendim.	Quant.	Custo Total
Total Tecn					0,00 €

Custos Directos [133,79 ; 160,03] €

C. Directos + Tarefas gerais [189,80 ; 232,58] €

% Estaleiro 30%

Custos Produção [56,94 ; 69,74] €

% Amortização 10%

Custos Indirectos [24,67 ; 30,23] €

Custo Total [271,41 ; 332,55] €

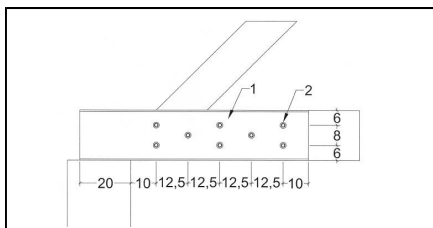
% Lucro e Risco 10%

Preço de Venda [298,55 ; 365,81] €

(Jun 2014)

Caso 03

Reforço do apoio da linha com elementos metálicos



Descrição sumária

Reforço do apoio feito pelo acoplamento lateral de dois perfis UPN 200 ferro ligados entre si com varões rosca, porcas e anilhas.

Materiais	Un.	Custo Unitário	Rendimento	Quant.	Custo Total
Perfil UPN Ferro	kg	[4,80 ; 5,25] €	1	45,54 €	[218,59 ; 239,09] €
Varão rosca 8.8	Un.	[0,58 ; 0,62] €	1	8	[4,64 ; 4,96] €
Porca sextavada 8.8	Un.	[0,05 ; 0,06] €	1,1	16	[0,88 ; 1,06] €
Anilha aba larga	Un.	[0,02 ; 0,04] €	1,1	16	[0,35 ; 0,71] €
Total Materiais					[224,46 ; 245,82] €

Mão de Obra	Un.	Custo Unitário	Rendimento	Quant.	Custo Total
Carpinteiro	h	9,57 €	[3,48 ; 4,45]	1	[33,30 ; 42,59] €
Serralheiro	h	9,57 €	[1,74 ; 2,21]	1	[16,65 ; 21,15] €
Ajudante	h	8,58 €	[7,17 ; 8,86]	1	[61,52 ; 76,02] €
Total MO					[111,47 ; 139,76] €

Equipamentos	Un.	Custo Un.	Rendim.	Quant.	Custo Total
Equip Geral	vg	-	-	-	[33,59 ; 38,56] €
Total Equip					[33,59 ; 38,56] €

Fornecimentos	Un.	Custo Un.	Rendim.	Quant.	Custo Total
Total Tecn					0,00 €

Custos Directos [369,52 ; 424,14] €

C. Diretos + Tarefas gerais [425,53 ; 496,69] €

% Estaleiro 30%

Custos Produção [127,66 ; 149,01] €

% Amortização 10%

Custos Indirectos [55,32 ; 64,57] €

Custo Total [608,51 ; 710,27] €

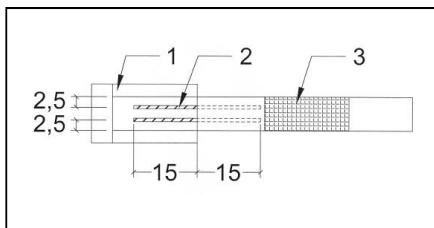
% Lucro e Risco 10%

Preço de Venda [669,36 ; 781,30] €

(Jun 2014)

Caso 04

Consolidação do encontro da asna com argamassa epóxi armada



Descrição sumária

Retirada da madeira do encontro da asna e substituição desta por uma protese de resina epoxi reforçada com varões horizontais FRP de 8 mm. A cofragem deve ficar na continuidade da viga não sendo retirada no final.

Material	Un.	Custo Unitário	Rendimento	Quant.	Custo Total
Madeira de Pinho	m3	[750 ; 850] €	1	0,0152	[11,40; 12,92] €
Mapewood Paste 140	kg	25,56 €	1,6	4,8	196,30 €
Varões FRP	m	1,22 €	1	2	2,44 €
Total Materiais					[210,14 ; 211,66] €

Mão de Obra	Un.	Custo Unitário	Rendimento	Quant.	Custo Total
Carpinteiro	h	9,57 €	[6,27 ; 7,78]	1	[60,00 ; 74,45] €
Ajudante	h	8,58 €	[8,69 ; 11,10]	1	[74,56 ; 95,24] €
Total MO					[134,56 ; 169,69] €

Equipamentos	Un.	Custo Un.	Rendim.	Quant.	Custo Total
Equip Geral	vg	-	-	-	[34,47 ; 38,14] €
Total Equip					[34,47 ; 38,14] €

Fornecimentos	Un.	Custo Un.	Rendim.	Quant.	Custo Total
Total Tecn					0,00 €

Custos Directos [379,17 ; 419,49] €

C. Directos + Tarefas gerais [433,11 ; 489,85] €

% Estaleiro 30%

Custos Produção [129,93 ; 146,96] €

% Amortização 10%

Custos Indirectos [56,30 ; 63,68] €

Custo Total [619,34 ; 700,49] €

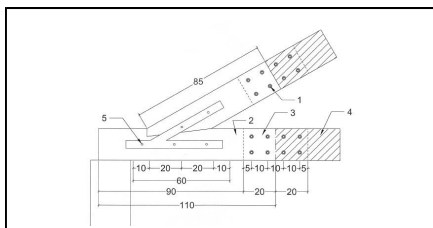
% Lucro e Risco 10%

Preço de Venda [681,27 ; 770,54] €

(Jun 2014)

Caso 05

Substituição da ligação perna-linha e do encontro da asna por protese de madeira



Descrição sumária

Substituição da madeira do encontro e da ligação perna-linha por protese de madeira semelhante, produzida em oficina e fixada à madeira sã chapas internas fixadas com varões roscados, porcas e anilhas. Ligação perna-linha reforçada por esquadro

Materiais	Un.	Custo Unitário	Rendimento	Quant.	Custo Total
Madeira de Pinho	m3	[750 ; 850] €	1	0,036	[27,00 ; 30,60] €
Varão roscado 8.8	Un.	[0,58 ; 0,62] €	1	16	[9,28 ; 9,92] €
Porca sextavada 8.8	Un.	[0,05 ; 0,06] €	1,1	32	[1,60 ; 1,92] €
Anilha aba larga	Un.	[0,02 ; 0,04] €	1,1	32	[0,64 ; 1,28] €
Chapa ferro 6 mm	kg	[4,80 ; 5,25] €	1	7,68	[36,86 ; 40,32] €
Lig. perna-linha	kg	[4,80 ; 5,25] €	1	3,4	[16,32 ; 17,85] €
Parafuso	Un.	[0,39 ; 0,45] €	1	10	[3,90 ; 4,50] €
Total Materiais					[95,60 ; 106,39] €

Mão de Obra	Un.	Custo Unitário	Rendimento	Quant.	Custo Total
Carpinteiro	h	9,57 €	[8,69 ; 11,10]	1	[83,16 ; 106,23] €
Ajudante	h	8,58 €	[10,43 ; 13,32]	1	[89,49 ; 114,29] €
Total MO					[172,65 ; 220,52] €

Equipamentos	Un.	Custo Un.	Rendim.	Quant.	Custo Total
Equip Geral	vg	-	-	-	[26,83 ; 32,69] €
Fresa SG 230	h	40,00 €	1	1	40,00 €
Total Equip					[66,83 ; 72,69] €

Fornecimentos	Un.	Custo Un.	Rendim.	Quant.	Custo Total
Total Tecn					0,00 €

Custos Directos [335,08 ; 399,60] €

C. Diretos + Tarefas gerais [389,02 ; 469,96] €

% Estaleiro 30%

Custos Produção [116,71 ; 140,99] €

% Amortização 10%

Custos Indirectos [50,57 ; 61,10] €

Custo Total [556,30 ; 672,05] €

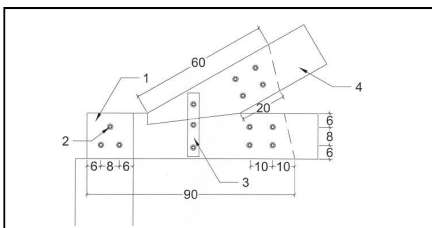
% Lucro e Risco 10%

Preço de Venda [611,93 ; 739,26] €

(Jun 2014)

Caso 06

Reforço da ligação perna-linha com chapa metálica interna



Descrição sumária

Substituição da madeira do encontro por protese de madeira e reforço da ligação perna-linha com chapa metálica que se prolonga até ao interior das proteções. Ligação da chapa às madeiras realizadas através de varões roscados, porcas e anilhas de aba

Material	Un.	Custo Unitário	Rendimento	Quant.	Custo Total
Madeira de Pinho	m3	[750 ; 850] €	1	0,0032	[2,40 ; 2,72] €
Varão roscado 8.8	Un.	[0,58 ; 0,62] €	1	11	[6,38 ; 6,82] €
Porca sextavada 8.8	Un.	[0,05 ; 0,06] €	1,1	22	[1,21 ; 1,45] €
Anilha aba larga	Un.	[0,02 ; 0,04] €	1,1	22	[0,48 ; 0,97] €
Chapa ferro 6 mm	kg	[4,80 ; 5,25] €	1	14,44	[69,31 ; 75,81] €
Total Materiais					[79,78 ; 87,77] €

Mão de Obra	Un.	Custo Unitário	Rendimento	Quant.	Custo Total
Carpinteiro	h	9,57 €	[8,69 ; 11,10]	1	[83,16 ; 106,23] €
Ajudante	h	8,58 €	[7,17 ; 8,86]	1	[61,52 ; 76,02] €
Total MO					[144,68 ; 182,25] €

Equipamentos	Un.	Custo Un.	Rendim.	Quant.	Custo Total
Equip Geral	vg	-	-	-	[22,45 ; 27,00] €
Fresa SG 230	h	40,00 €	1	3	120,00 €
Total Equip					[142,45 ; 147,00] €

Fornecimentos	Un.	Custo Un.	Rendim.	Quant.	Custo Total
Total Tecn					0,00 €

Custos Directos [366,91 ; 417,02] €

C. Directos + Tarefas gerais [422,92 ; 489,57] €

% Estaleiro 30%

Custos Produção [126,88 ; 146,87] €

% Amortização 10%

Custos Indirectos [54,98 ; 63,64] €

Custo Total [604,78 ; 700,08] €

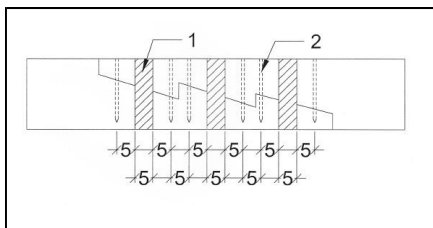
% Lucro e Risco 10%

Preço de Venda [665,26 ; 770,09] €

(Jun 2014)

Caso 07

Reforço de ligação da linha com elementos metálicos



Descrição sumária

Reparação da junta de tração da linha da asna, com recurso a parafusos auto-perfurante de pequeno diametro e grande resistência inseridos na vertical e ainda 3 cintas de ferro.

Materiais	Un.	Custo Unitário	Rendimento	Quant.	Custo Total
Cinta de ferro 5 mm	kg	[4,80 ; 5,25] €	1	4,56	[21,89 ; 23,94] €
Rothoblaas HBS8180	Un.	0,592 €	1	6	3,55 €
Total Materiais					[25,44 ; 27,49]

Mão de Obra	Un.	Custo Unitário	Rendimento	Quant.	Custo Total
Carpinteiro	h	9,57 €	[3,48 ; 4,45]	1	[33,30 ; 42,59] €
Ajudante	h	8,58 €	[5,38 ; 6,68]	1	[46,16 ; 57,31] €
Total MO					[79,46 ; 99,9]

Equipamentos	Un.	Custo Un.	Rendim.	Quant.	Custo Total
Equip Geral	vg	-	-	-	[10,49 ; 12,74] €
Total Equip					[10,49 ; 12,74] €

Fornecimentos	Un.	Custo Un.	Rendim.	Quant.	Custo Total
Total Tecn					0,00 €

Custos Directos [115,39 ; 140,13] €

C. Directos + Tarefas gerais [169,33 ; 210,49] €

% Estaleiro 30%

Custos Produção [50,80 ; 63,15] €

% Amortização 10%

Custos Indirectos [22,36 ; 27,36] €

Custo Total [242,49 ; 301,00] €

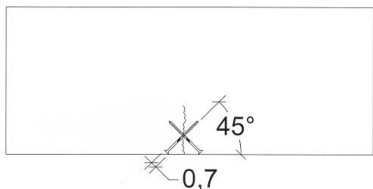
% Lucro e Risco 10%

Preço de Venda [266,74 ; 331,10] €

(Jun 2014)

Caso 08

Reparação de pequena fenda com parafusos



Descrição sumária

Reparação de fenda vertical na linha da asna com recurso a parafusos. Estes devem ser auto-perfurantes, todos-rosca de passo rápido e colocados com um ângulo de 45º na direção da fenda.

Material	Un.	Custo Unitário	Rendimento	Quant.	Custo Total
Rothoblaas VGZ7180	Un.	1,05 €	1	4	4,20 €
Total Materiais					4,20 €

Mão de Obra	Un.	Custo Unitário	Rendimento	Quant.	Custo Total
Carpinteiro	h	9,57 €	[1,74 ; 2,21]	1	[16,65 ; 21,15] €
Ajudante	h	8,58 €	[1,74 ; 2,21]	1	[14,93 ; 18,96] €
Total MO					[31,58 ; 40,11]

Equipamentos	Un.	Custo Un.	Rendim.	Quant.	Custo Total
Equip Geral	vg	-	-	-	[3,58 ; 4,43] €
Total Equip					[3,58 ; 4,43] €

Fornecimentos	Un.	Custo Un.	Rendim.	Quant.	Custo Total
Total Tecn					0,00 €

Custos Directos [39,36 ; 48,74] €

C. Directos + Tarefas gerais -

% Estaleiro 30%

Custos Produção [11,81 ; 14,62] €

% Amortização 10%

Custos Indirectos [5,12 ; 6,34] €

Custo Total [56,29 ; 69,70] €

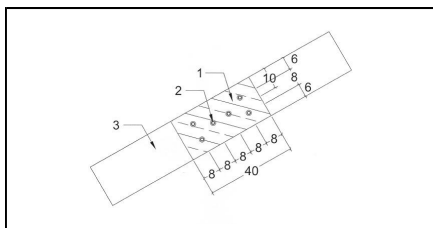
% Lucro e Risco 10%

Preço de Venda [61,92 ; 76,67] €

(Jun 2014)

Caso 09

Reparação de fenda na perna com chapa metálica



Descrição sumária

Reparação de fenda expressiva na perna através do acoplamento lateral de chapas metálicas fixadas com varões rosca 8.8, porcas e anilhas de aba larga.

Materiais	Un.	Custo Unitário	Rendimento	Quant.	Custo Total
Varão rosca 8.8	Un.	[0,58 ; 0,62] €	1	6	[3,48 ; 3,72] €
Porca sextavada 8.8	Un.	[0,05 ; 0,06] €	1,1	12	[0,66 ; 0,79] €
Anilha aba larga	Un.	[0,02 ; 0,04] €	1,1	12	[0,26 ; 0,53] €
Chapa ferro 6 mm	kg	[4,80 ; 5,25] €	1	7,68	[36,86 ; 40,32] €
Total Materiais					[41,26 ; 45,36] €

Mão de Obra	Un.	Custo Unitário	Rendimento	Quant.	Custo Total
Carpinteiro	h	9,57 €	[3,58 ; 4,44]	1	[34,26 ; 42,49] €
Ajudante	h	8,58 €	[5,38 ; 6,66]	1	[46,16 ; 57,14] €
Total MO					[76,75 ; 99,63] €

Equipamentos	Un.	Custo Un.	Rendim.	Quant.	Custo Total
Equip Geral	vg	-	-	-	[11,80 ; 14,50] €
Total Equip					[11,80 ; 14,50] €

Fornecimentos	Un.	Custo Un.	Rendim.	Quant.	Custo Total
Total Tecn					0,00 €

Custos Directos [129,81 ; 159,49] €

C. Diretos + Tarefas gerais [183,25 ; 229,85] €

% Estaleiro 30%

Custos Produção [54,98 ; 68,96] €

% Amortização 10%

Custos Indirectos [23,82 ; 29,88] €

Custo Total [262,05 ; 328,69] €

% Lucro e Risco 10%

Preço de Venda [288,26 ; 361,56] €

(Jun 2014)

Caso 10

Selagem de fendas com resina epóxi

Descrição sumária

Reparação de fendas com injeção de resina epoxi e pincelagem final.

Nota: Deve garantir-se a selagem de todas as fugas durante a injeção.

Material	Un.	Custo Unitário	Rendimento	Quant.	Custo Total
Mapewood Gel 120	kg	20,20 €	1,4	3	84,84 €
Total Materiais					84,84 €

Mão de Obra	Un.	Custo Unitário	Rendimento	Quant.	Custo Total
Carpinteiro	h	9,57 €	[1,74 ; 2,21]	1	[16,65 ; 21,15] €
Ajudante	h	8,58 €	[3,48 ; 4,45]	1	[29,86 ; 38,18] €
Total MO					[46,51 ; 59,33] €

Equipamentos	Un.	Custo Un.	Rendim.	Quant.	Custo Total
Equip Geral	vg	-	-	-	[13,14 ; 14,42]
Total Equip					[13,14 ; 14,42]

Fornecimentos	Un.	Custo Un.	Rendim.	Quant.	Custo Total
Total Tecn					0,00 €

Custos Directos [144,49 ; 158,59] €

C. Directos + Tarefas gerais [198,43 ; 228,95] €

% Estaleiro 30%

Custos Produção [59,53 ; 68,69] €

% Amortização 10%

Custos Indirectos [25,80 ; 29,76] €

Custo Total [283,76 ; 327,40] €

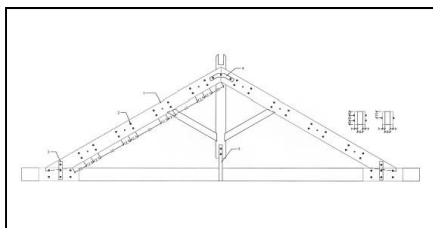
% Lucro e Risco 10%

Preço de Venda [312,14 ; 360,14] €

(Jun 2014)

Caso 11

Aumento de secção com elementos de madeira



Descrição sumária

Aumento de inércia da perna através da inerção de tábuas a toda a extensão do elemento e da ligação com a linha ligados com varões roscados, porcas e anilhas de aba larga. Todas as ligações serão reforçadas com elementos metálicos.

Materiais	Un.	Custo Unitário	Rendimento	Quant.	Custo Total
Madeira de Pinho	m3	[750 ; 850] €	1	0,029	[21,75 ; 24,65] €
Varão roscado 8.8	Un.	[0,58 ; 0,62] €	1	60	[34,80 ; 37,20] €
Porca sextavada 8.8	Un.	[0,05 ; 0,06] €	1,1	120	[6,60 ; 7,92] €
Anilha aba larga	Un.	[0,02 ; 0,04] €	1,1	120	[2,64 ; 5,28] €
Ligação perna-linha	kg	[4,80 ; 5,25] €	1	2,24	[10,75 ; 11,76] €
Lig perna-pendural	kg	[4,80 ; 5,25] €	1	2,36	[11,33 ; 13,63] €
Lig linha-pendural	kg	[4,80 ; 5,25] €	1	1,52	[7,30 ; 7,98] €
Total Materiais					[95,17 ; 108,42] €

Mão de Obra	Un.	Custo Unitário	Rendimento	Quant.	Custo Total
Carpinteiro	h	9,57 €	[5,38 ; 6,66]	1	[51,49 ; 63,74] €
Ajudante	h	8,58 €	[10,43 ; 13,32]	1	[89,49 ; 114,29] €
Total MO					[140,98 ; 178,03] €

Equipamentos	Un.	Custo Un.	Rendim.	Quant.	Custo Total
Equip Geral	vg	-	-	-	[23,62 ; 28,65] €
Total Equip					[23,62 ; 28,65] €

Fornecimentos	Un.	Custo Un.	Rendim.	Quant.	Custo Total
Total Tecn					0,00 €

Custos Directos [259,77 ; 315,10] €

C. Directos + Tarefas gerais [313,21 ; 385,46] €

% Estaleiro 30%

Custos Produção [93,96 ; 115,64] €

% Amortização 10%

Custos Indirectos [42,72 ; 50,11] €

Custo Total [449,89 ; 551,21] €

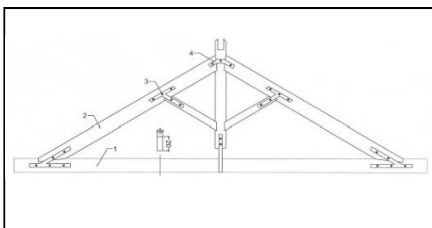
% Lucro e Risco 10%

Preço de Venda [494,88 ; 606,33] €

(Jun 2014)

Caso 12

Substituição total da linha



Descrição sumária

Colocação de nova linha, em madeira semelhante à existente, produzida em oficina, devidamente seca e ligada às pernas através de varões roscados, porcas e anilhas e aba larga. Reforço de todas as ligações da asna com elementos metálicos.

Material	Un.	Custo Unitário	Rendimento	Quant.	Custo Total
Madeira de Pinho	m3	[750 ; 850] €	1	0,096	[72,00 ; 81,60] €
Varão roscado 8.8	Un.	[0,58 ; 0,62] €	1	25	[14,50 ; 15,50] €
Porca sextavada 8.8	Un.	[0,05 ; 0,06] €	1,1	50	[2,75 ; 3,30] €
Anilha aba larga	Un.	[0,02 ; 0,04] €	1,1	50	[1,10 ; 2,20] €
Ligação perna-linha	kg	[4,80 ; 5,25] €	1	6,8	[32,64 ; 35,70] €
Lig perna-pendural	kg	[4,80 ; 5,25] €	1	2,36	[11,33 ; 12,39] €
Lig linha-pendural	kg	[4,80 ; 5,25] €	1	1,52	[7,30 ; 7,98] €
Lig perna-escora	kg	[4,80 ; 5,25] €	1	6	[28,80 ; 31,50] €
Total Materiais					[170,42 ; 190,17] €

Mão de Obra	Un.	Custo Unitário	Rendimento	Quant.	Custo Total
Carpinteiro	h	9,57 €	[8,69 ; 11,10]	1	[83,16 ; 106,23] €
Ajudante	h	8,58 €	[10,43 ; 13,32]	1	[89,49 ; 114,29] €
Total MO					[172,65 ; 220,52] €

Equipamentos	Un.	Custo Un.	Rendim.	Quant.	Custo Total
Equip Geral	vg	-	-	-	[34,31 ; 41,07] €
Total Equip					[34,31 ; 41,07] €

Fornecimentos	Un.	Custo Un.	Rendim.	Quant.	Custo Total
Total Tecn					0,00 €

Custos Directos [377,38 ; 451,76] €

C. Directos + Tarefas gerais [431,32 ; 522,12] €

% Estaleiro 30%

Custos Produção [129,40 ; 156,64] €

% Amortização 10%

Custos Indirectos [56,07 ; 67,88] €

Custo Total [616,79 ; 746,64] €

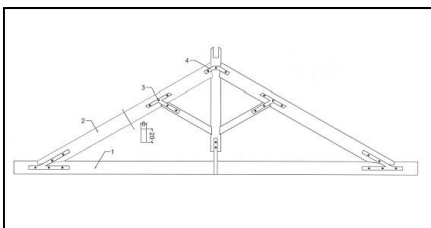
% Lucro e Risco 10%

Preço de Venda [678,47 ; 821,30] €

(Jun 2014)

Caso 13

Substituição total da perna



Descrição sumária

Colocação de nova perna, em madeira semelhante à existente, produzida em oficina, devidamente seca e ligada às pernas através de varões roscados, porcas e anilhas e aba larga. Reforço de todas as ligações da asna com elementos metálicos.

Materiais	Un.	Custo Unitário	Rendimento	Quant.	Custo Total
Madeira de Pinho	m3	[750 ; 850] €	1	0,048	[36,00 ; 40,80] €
Varão roscado 8.8	Un.	[0,58 ; 0,62] €	1	25	[14,50 ; 15,50] €
Porca sextavada 8.8	Un.	[0,05 ; 0,06] €	1,1	50	[2,75 ; 3,30] €
Anilha aba larga	Un.	[0,02 ; 0,04] €	1,1	50	[1,10 ; 2,20] €
Ligação perna-linha	kg	[4,80 ; 5,25] €	1	6,8	[32,64 ; 35,70] €
Lig perna-pendural	kg	[4,80 ; 5,25] €	1	2,36	[11,33 ; 12,39] €
Lig linha-pendural	kg	[4,80 ; 5,25] €	1	1,52	[7,30 ; 7,98] €
Lig perna-escora	kg	[4,80 ; 5,25] €	1	6	[28,80 ; 31,50] €
Total Materiais					[134,42 ; 149,37] €

Mão de Obra	Un.	Custo Unitário	Rendimento	Quant.	Custo Total
Carpinteiro	h	9,57 €	[9,56 ; 12,21]	1	[91,49 ; 116,85] €
Ajudante	h	8,58 €	[10,43 ; 13,32]	1	[89,49 ; 114,29] €
Total MO					[180,98 ; 231,14] €

Equipamentos	Un.	Custo Un.	Rendim.	Quant.	Custo Total
Equip Geral	vg	-	-	-	[31,54 ; 38,05] €
Total Equip					[31,54 ; 38,05] €

Fornecimentos	Un.	Custo Un.	Rendim.	Quant.	Custo Total
Total Tecn					0,00 €

Custos Directos [346,94 ; 418,56] €

C. Diretos + Tarefas gerais [400,88 ; 488,92] €

% Estaleiro 30%

Custos Produção [120,26 ; 146,68] €

% Amortização 10%

Custos Indirectos [52,11 ; 63,56] €

Custo Total [573,25 ; 699,16] €

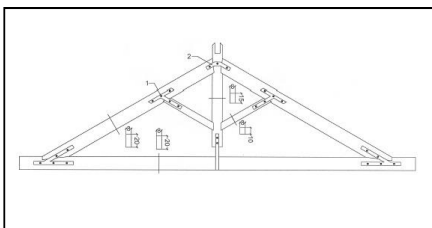
% Lucro e Risco 10%

Preço de Venda [630,58 ; 769,08] €

(Jun 2014)

Caso 14

Substituição de asna completa



Descrição sumária

Substituição de todo o elemento, produzindo o novo em oficina e montado em obra, em madeira semelhante à existente. Todas as ligações reforçadas com elementos metálicos

Material	Un.	Custo Unitário	Rendimento	Quant.	Custo Total
Madeira de Pinho	m3	[750 ; 850] €	1	0,22	[165,00 ; 187,00] €
Varão roscado 8.8	Un.	[0,58 ; 0,62] €	1	25	[14,50 ; 15,50] €
Porca sextavada 8.8	Un.	[0,05 ; 0,06] €	1,1	50	[2,75 ; 3,30] €
Anilha aba larga	Un.	[0,02 ; 0,04] €	1,1	50	[1,10 ; 2,20] €
Ligação perna-linha	kg	[4,80 ; 5,25] €	1	6,8	[32,64 ; 35,70] €
Lig perna-pendural	kg	[4,80 ; 5,25] €	1	2,36	[11,33 ; 12,39] €
Lig linha-pendural	kg	[4,80 ; 5,25] €	1	1,52	[7,30 ; 7,98] €
Lig perna-escora	kg	[4,80 ; 5,25] €	1	6	[28,80 ; 31,50] €
Total Materiais					[263,42 ; 295,57] €

Mão de Obra	Un.	Custo Unitário	Rendimento	Quant.	Custo Total
Carpinteiro	h	9,57 €	[20,86 ; 26,64]	1	[199,63 ; 254,94] €
Ajudante	h	8,58 €	[20,86 ; 26,64]	1	[178,98 ; 228,57] €
Total MO					[378,61 ; 483,51] €

Equipamentos	Un.	Custo Un.	Rendim.	Quant.	Custo Total
Equip Geral	vg	-	-	-	[64,20 ; 77,91] €
Total Equip					[64,20 ; 77,91] €

Fornecimentos	Un.	Custo Un.	Rendim.	Quant.	Custo Total
Total Tecn					0,00 €

Custos Directos [706,23 ; 856,99] €

C. Directos + Tarefas gerais [760,17 ; 927,35] €

% Estaleiro 30%

Custos Produção [228,05 ; 278,21] €

% Amortização 10%

Custos Indirectos [98,82 ; 120,56] €

Custo Total [1087,04 ; 1326,12] €

% Lucro e Risco 10%

Preço de Venda [1195,74 ; 1478,23] €

(Jun 2014)

ANEXO C - TABELA PARA O CALCULO DO CUSTO UNITÁRIO DA MÃO-DE-OBRA

SEDE:
Rua Álvares Cabral, 306
4050-040 PORTO
Telefone: 22 340 22 00
Fax: 22 340 22 97
www.aiccopn.pt
E-mail: geral@aiccopn.pt



AICCOPN

Associação das Indústrias de Construção
Civil e Obras Públicas

Boletim Informativo n.º 16/2013

Assunto: Encargos incidentes sobre mão-de-obra para o ano de 2013

Senhor Associado,

Apesar de não se verificarem alterações à tabela salarial do Contrato Coletivo de Trabalho, desde abril de 2011, ocorreram factos que alteram a estrutura dos encargos incidentes sobre a mão-de-obra, nomeadamente a redução do número de feriados, a diminuição das compensações por cessação dos contratos de trabalho e um aumento da tributação incidente sobre o subsídio de alimentação. Desta forma, apresentam-se os cálculos do custo do salário hora, atualizados com base nos fatores referidos.

Estes cálculos são elaborados de acordo com remunerações mínimas definidas para as diferentes categorias profissionais, pelo que, caso a empresa pratique salários superiores aos estabelecidos no CCT, esse facto deverá ser tido em conta no cálculo.

Assim, informa-se que estes exemplos são genéricos e meramente indicativos, sendo necessário, para a sua aplicação concreta a cada empresa, ter em consideração os próprios interesses da mesma, os seus parâmetros e a realidade do mercado.

Com os melhores cumprimentos.

Porto, maio de 2013.

A Direção

CÁLCULO DOS ENCARGOS MÉDIOS INCIDENTES SOBRE O SALÁRIO HORÁRIO PARA O ANO DE 2013

Cálculo do Salário Horário

$$S.h. = \frac{\text{Salário Mensal x 12 meses}}{40 \text{ horas x 52 semanas}}$$

Número de Horas de Trabalho Efetivo

Número de horas de trabalho existentes em 52 semanas do ano (Jan.-Dez.)		52 s x 40 h = 2.080 horas
Número de horas a deduzir:		
Feridos	11 d x 5,78 h =	63,56 h
Férias	22 d x 8,00 h =	176,00 h
Faltas Remuneradas	14 d x 8,00 h =	112,00 h
Faltas Não Remuneradas	2 d x 8,00 h =	16,00 h
Inatividade Devido Mau Tempo	6 d x 8,00 h =	48,00 h
Tolerância de Ponto	1 d x 5,78 h =	5,78 h
Formação Profissional		35,00 h
		456,33 h
Número de horas de trabalho efetivo:		1.623,67 horas

5100005

FUNDADA EM 1892 - MEMBRO HONORÁRIO DA ORDEM DO MÉRITO

Cálculo dos Encargos Incidentes sobre o Salário Hora para 2013		
Descrição	Encargos Fixos	Percentagens (%)
Taxa social única		23,75
Seguro		8,60
Segurança e medicina no trabalho		7,00
Formação profissional		5,53
Férias	1.3235 x 22 d x 8.00 h	14,35 (*)
Subsídio de férias	1.3235 x 30 d x 5.78 h	14,13 (*)
Subsídio de natal	1.3235 x 30 d x 5.78 h	14,13 (*)
Feriados	1.3235 x 11 d x 5.78 h	5,18 (*)
Tolerância de ponto	1.3235 x 1 d x 5.78 h	0,47 (*)
Faltas remuneradas	1.3235 x 14 d x 8.00 h	9,13 (*)
Compensações por cessação do contrato de trabalho:		
Contratos sem termo anteriores a 1/11/2011	30 d x 0,50 x 5.78 h	5,34 (*)
Contrato a termo anteriores a 1/11/2011	2d x 12 m x 0,35 x 8.00 h	4,14 (*)
Contratos celebrados a partir de 1/11/2011	20 d x 0,15 x 5.78 h	1,07 (*)
Inatividade devido mau tempo	1.3235 x 6 d x 8.00 h	3,91 (*)
Subsídio refeição		23,44
Ferramenta		5,00
TOTAL ENCARGOS/HORA		145,16

(*) Os encargos fixos foram divididos pelo número de horas de trabalho efetivo anual (1.623,67 Horas).

Salário Horário (em euros) para o ano 2013							
Grupos	Algumas categorias profissionais (para as restantes ver anexo IV do CCTV)	Salário Mensal	Salário Horário Sem Encargos	Salário Horário Com Encargos de Mão-de-Obra 2,4516	Salário Horário com Encargos de Mão-de-Obra, Administração e Lucro		
					20,00%	25,00%	30,00%
I	Diretor Serviços	841,00 €	4,85 €	11,90 €	14,27 €	14,87 €	15,46 €
II	Const.Civil Grau III	788,00 €	4,55 €	11,15 €	13,37 €	13,93 €	14,49 €
III	Encarregado Geral/Const.Civil Grau II	749,50 €	4,32 €	10,60 €	12,72 €	13,25 €	13,78 €
IV	Técnico Obra Grau II/Chefe Secção	720,00 €	4,15 €	10,18 €	12,22 €	12,73 €	13,24 €
V	Const.Civil Grau I/Encarregado 1ª	639,00 €	3,69 €	9,04 €	10,85 €	11,30 €	11,75 €
VI	Encarregado 2ª/Desenhador I	591,50 €	3,41 €	8,37 €	10,04 €	10,46 €	10,88 €
VII	Escrit. 1ª/Oficial Elet./Auxiliar	563,00 €	3,25 €	7,96 €	9,56 €	9,95 €	10,35 €
VIII	Chefe Equip./Oficial Princ. C.Civil	545,50 €	3,15 €	7,72 €	9,26 €	9,64 €	10,03 €
IX	Ofic. 1ª Meta/Pedr./Carpint./Pintor	545,00 €	3,14 €	7,71 €	9,25 €	9,64 €	10,02 €
X	Ofic. 2ª Meta/Pedr./Carp./Pint./Escrit. 3ª	496,50 €	2,86 €	7,02 €	8,43 €	8,78 €	9,13 €
XI a XVII	Pre-Ofic. 1ª ano/Vibradorista/Servente	485,00 €	2,80 €	6,86 €	8,23 €	8,57 €	8,92 €
XIII a XVIII	Aprend. sit. caracterizável formaç. certificada	388,00 €	2,24 €	5,49 €	6,59 €	6,86 €	7,13 €
	Subsídio Refeição	5,65 €					

ANEXO D - TABELA DE PRODUTOS PREVENTIVOS

(Silva, 2008)

Tratamento Preventivo																	
Produto	Agentes de Degradação Biótica																
	Algas	Bactérias	Fungos		Insetos												
			Xilófagos	Cromogêneos e Bolores	Podridão	Ciclo Larvar	Insetos Sociais										Outros Insectos
	Akzo Nobel Coatings, S.A.																
1	- Anticaruncho Ref.: 841						x	x	x			x		x	x	x	
	Arch																
2	- Antiblu™ Select			x										x	x		
3	- Vacsol® Azure			x	x	x	x	x	x							x	
4	- Tanalith® E			x	x	x	x	x	x							x	
	Argatinta																
5	- Imunizante Ref.: 3042		x				x	x	x			x		x	x		
	Barbot																
6	- Imunizador para madeiras Ref.: 6940			x	x	x						x			x		
7	- Tratamento de madeira sem cheiro Ref.: 6942			x	x	x						x		x			
	Biodur																
8	- Biodur - anticarcoma Ref.: 705						x	x	x			x					
	Biofa																
9	- Biofa Nahos Ref.: 1035			x	x	x	x	x	x			x					
	Biofa wood bliss 1 Ref.: 1030			x	x	x	x	x	x			x				x	
	Cedria																
	Cedria Fon-Tin			x	x	x	x	x	x			x		x	x	x	
	Imprimación tratante			x	x	x	x	x	x			x		x			
	Cedria Matarcomas						x	x	x			x		x	x		
	CIN																
	Cincox Ref.: 89-450			x	x							x			x	x	
	Dissoltin																
	Insecticida Cupritin Verde Ref.: 12.01		x	x	x	x	x	x	x			x					
	Insecticida Cupritin Castanho Ref.: 12.02		x	x	x	x	x	x	x			x					
	Insecticida Cupritin Incolor Ref.: 12.03		x	x	x	x	x	x	x			x					
	Cydan - Industrial chemistry																
	Cyndan timer protection solution									x	x						
	Dyrup																
	Bondex Extra Tratamento Ref.: 4150			x	x	x	x	x	x			x	x			x	
	Bondex Tratamento Ref.: 4380			x	x	x	x	x	x			x		x	x	x	
	Xylophene SOR 2 e Injector Ref.: 1075						x	x	x			x		x			
	Ecodimulti																
	Capacril Ref.: 02DV400		x									x			x		

Tratamento Preventivo																
Produto			Agentes de Degradação Biótica													
			Algas	Bactérias	Fungos		Insectos									
					Cromogêneos e Bolores	Podridão	Ciclo Larvar	Insectos Sociais	Outros Insectos							
										Pincelagem	Aspersão	Injeção	Pulverização	Imersão	Autoclave	Difusão
	FKR Química S.L.															
23	FKR 20 Antiazulado			x											x	
24	FKR 300 Antiazulado			x											x	
25	FKR 1010 Antiazulado			x											x	
26	FKR 7575 Antiazulado e Antimoho			x											x	
27	FKR 7575 Extra Antiazulado - Insecticida			x		x	x	x							x	
28	FKR Infu Antiazulado			x		x	x	x							x	
29	FKR Q Antiazulado			x											x	
30	FKR Sinazul Antiazulado			x											x	
31	FKR Mana 4 Fungicida Insecticida			x		x	x	x							x	
32	FKR Mana 7 Antiazulado Insecticida			x		x	x	x							x	
33	FKR FK Fungicida			x	x										x	
34	FKR TCPlus Antiazulado			x	x										x	
35	FKR-I Maracarcoma					x	x	x						x	x	
36	FKR-IC Insecticida					x	x	x					x	x		
	GMB-Internacional S.A.															
37	Proxil			x	x	x	x	x		x		x	x	x	x	
	Hempel															
38	- Helpel's protector fondo al agua Ref.: 09480		x	x	x	x	x	x		x			x	x		
	Kenitex															
39	Solução antifungos Ref.: 799440000		x	x	x	x	x	x		x						
40	Imunizador Kim Ref.: 706268000									x					x	
	Koppers Arch Wood Protection															
41	Tanalised® C			x	x	x	x	x	x							
42	Tanalised® C- Weatherwood®			x	x	x	x	x	x							
43	Tanalith® C- CCA Salts			x	x	x	x	x	x							
44	Tanalith® O- CCA Oxide			x	x	x	x	x	x							
	Lacca															
45	Imunizador incolor, Verde ou Castanho				x	x				x						
	Marilina															
46	Cuprilina Castanha		x	x	x	x	x	x		x				x	x	
47	Cuprilina incolor		x	x	x	x	x	x		x				x	x	
48	Cuprilina Verde		x	x	x	x	x	x		x				x	x	
	Masso Ambiental															
49	Biflex 80 SC					x	x	x								
50	Fustol Massó			x	x	x	x					x			x	x
	Montana															
51	Osmose K33 C			x	x	x	x	x	x							x

Tratamento Preventivo															
Produto		Agentes de Degradação Biótica													
		Algas	Bactérias	Fungos		Insectos									
				Cromogêneos e Bolores	Podridão	Ciclo Larvar	Insectos Sociais	Outros Insectos							
	Osmose														
52	Lifewood® CCA			x	x	x	x	x							
	Protim Solignum														
53	Protim CCA								x					x	
	Quimunsa														
54	Corpol Profissional al Agua			x	x	x	x	x							
55	Corpol Tratamento de Madeira AntiXilófagos					x	x	x		x		x	x		
56	Corpol Profesional			x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
57	Corpol PF3 Profesional			x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
	Robbialac														
58	Solução anti-musgos e algas Ref.: 013-0190	x	x	x	x					x			x		
59	Cuprinol Incolor Ref.: 030-0004				x	x	x	x		x	x			x	x
60	Cuprinol Verde Ref.: 030-0005				x	x	x	x		x	x			x	x
61	Cuprinol Castanho Ref.: 030-0006				x					x	x			x	x
	Silaca														
62	Desinfectante anti-Fungos	x	x	x	x										
63	Imunizador para madeiras			x	x	x	x	x							
	Teais														
64	Carcormais - liquido protector contra carcoma		x	x	x	x		x		x			x	x	
	Teredo Marine Protection														
65	TeredoStop								x						
	Tintas Anar														
66	Imunizante Ref.: 81.5		x			x	x	x		x			x	x	
	Tintas Compinta														
67	Imunizador Ref.: 82120									x					
	Tintas Douro														
68	Douroprinol			x	x	x	x	x		x			x	x	
	Tintas Europa														
69	Solução AntiFungos		x	x	x					x			x		
	Tintas Potro														
70	Imusol BS-13					x				x				x	
	Tintas Sotinco														
71	Xilonol imunizador	x	x	x	x					x					

Tratamento Preventivo															
Produto	Agentes de Degradação Biótica														
	Algas	Bactérias	Fungos		Insetos				Pincelagem	Aspersão	Injeção	Pulverização	Imersão	Autoclave	Difusão
			Cromogêneos e Bolores	Podridão	Ciclo Larvar	Insectos Sociais	Outros Insectos								
	Vouga Tintas														
72	Solução anti-fungos	x	x	x	x										
	Wocosen														
73	Wocosen 12 OL			x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
74	Solução anti-fungos	x	x	x	x				x						
	Xylazel														
75	Xylazel® Fondo			x	x	x	x	x	x				x		
76	Xylazel® Preventivo			x	x	x	x	x	x			x	x		
77	Xylazel® Total			x	x	x	x	x	x			x	x		
78	Xylazel® Preventivo e Curativo			x	x	x	x	x	x		x	x	x		
79	Xylamon® preventivo			x	x	x	x	x	x			x	x		
80	Xylazel® carcomas					x			x		x	x	x		
81	Xylazel® anticarcoma					x			x		x	x	x		
82	Xylazel® profissional carcomas					x			x		x	x	x		
83	Xylazel® industrial dvc3			x	x	x	x	x	x			x	x	x	
84	Xylazel® autoclave dvil			x	x	x	x	x						x	
85	Xylazel® triple antitermes			x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
86	Xylazel® dis-rec			x	x				x				x		
87	Impralit kds				x	x	x	x						x	
	Xylofene														
88	Xylofene M 2000			x	x	x	x	x	x	x	x	x			
89	Xylofene SOR 40			x	x	x	x	x							

ANEXO E - TABELA DE PRODUTOS CURATIVOS
(Silva, 2008)

Tratamento curativo de fungos xilófagos							
Produtos	Modo de Aplicação						
	Pincelagem	Aspersão	Injeção	Pulverização	Imersão	Autoclave	Difusão
Barbot							
- Solução de Limpeza Biochoque Ref.: 6915	x						
- Imunizador para madeiras Ref.: 6940	x				x		
- Tratamento de madeiras sem cheiro Ref.: 6942	x		x		x		
Cedria							
- Cedria imprimación tratante	x		x	x			
CIN							
- Cincox Ref.: 89-450	x			x	x		
- Artibiose Ref.: 14-080	x			x			
Dyrup							
- Ant-Musgos Ref.: 8570	x			x			
- Bondex tratamento Ref.: 4380	x		x	x	x		
- Bondex extra tratamento Ref.: 4150	x	x			x		
GMB-Internacional S.A.							
- Proxil	x		x	x	x	x	
Hempel							
- Hempel solução fungicida	x						
Kenitex							
- Solução antifungos Ref.: 799440000	x						
Marilina							
- Cuprilina castanha	x			x	x		
- Cuprilina incolor	x			x	x		
- Cuprilina verde	x			x	x		
Masso Ambiental							
- Fustol Massó			x		x	x	
Matesica							
- BioDesinfestante ref.: 514	x						

Tratamento curativo de fungos xilófagos							
Produtos	Modo de Aplicação						
	Pincelagem	Aspersão	Injeção	Pulverização	Imersão	Autoclave	Difusão
Quimunsa							
- Corpol profissional	x	x	x	x	x	x	
- Corpol PF3 profissional	x		x	x	x	x	
Robbialac							
- Solução Anti-musgos e algas Ref.: 013-0190	x			x			
Silaca							
- Desinfectante anti-fungos							
Tintas 2000							
- Solução anti-fungos	x						
Tintas europa							
- Solução anti-fungos	x			x			
Tintas Potro							
- Solução anti-fungos	x						
Tintas Sotinco							
- Removedor de fungos e algas Ref.: 67240	x						
Velacril							
- Cuprível Ref.: 036/15 Verde		x			x		
- Cuprível Ref.: 036/00 Incolor	x				x		
Vouga Tintas							
- Solução anti-fungos							
Wocosen							
- Wocosen 12 OL	x		x	x	x	x	
Xylazel S.A.	x	x			x		
- Xylazel Total	x		x	x	x		
- Xylazel Preventico-Curativo	x		x	x	x		
- Xylazel triple antitermes	x		x	x	x	x	
Xiloquímica							
- Xylofene M2000	x	x	x	x			
- Xylofene SOR 40							

Tratamento curativo de Insectos xilófagos - Ciclo larvar											
Produtos	Caruncho Grande	Caruncho	Traça	Outros	Modo de Aplicação						
					Pincelagem	Aspersão	Injecção	Pulverização	Imersão	Autoclave	Difusão
Akzo Nobel Coatings, S.A.											
- Anticaruncho Ref.: 841	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
Barbot											
- Imunizador para madeiras Ref.: 6940	x	x			x				x		
- Tratamento de madeiras sem cheiro Ref.: 6942	x	x			x		x		x		
- Tratamento de madeira Anti-caruncho Ref.: 6943	x	x					x				
Biodur											
- Biodur anticarcoma Ref.: 705	x	x	x	x	x		x				
Cedria											
- Imprimación tratante	x	x	x	x	x		x	x			
- Cedria Matacarcomas	x	x	x	x	x		x	x	x		
Dyrup											
- Bondex tratamento Ref.: 4380	x	x	x	x	x		x	x	x		
- Bondex extra tratamento Ref.: 4150	x	x	x	x	x	x			x		
- Xylophene SOR 2 e Injector	x	x	x	x	x		x	x			
FKR Quimica S.L.											
- FKR-IC Insecticida	x	x	x	x				x	x		
- FKR-I Matacarcoma	x	x	x	x				x	x		
GMB-Internacional S.A.											
- Proxil	x	x			x		x	x	x	x	
Marilina											
- Cuprilina castanha	x	x	x	x	x			x	x		
- Cuprilina incolor	x	x	x	x	x			x	x		
- Cuprilina verde	x	x	x	x	x			x	x		

Tratamento curativo de Insectos xilófagos - Ciclo larvar											
Produtos	Caruncho Grande	Caruncho	Traça	Outros	Modo de Aplicação						
					Pincelagem	Aspersão	Injeção	Pulverização	Imersão	Autoclave	Difusão
Masso Ambiental											
- Fustol Massó	x	x					x		x	x	
- Biflex 80 SC	x	x	x	x							
Quimunsa											
- Corpol profissional	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
- Corpol PF3 profissional	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
- Corpol Tratamiento de maderas antixilofagos	x	x	x	x	x			x			
Robbialac											
- Cuprinol Anti-caruncho 030-0012 Normal	x	x	x	x	x		x		x		
- Cuprinol Anti-caruncho 030-0015 Sem cheiro	x	x	x	x	x		x		x		
Tintas potro											
- Imusol BS-13	x	x	x	x	x				x		
Velacril											
- Cuprível Ref.: 036/15 Verde	x	x			x	x			x		
- Cuprível Ref.: 036/00 Incolor	x	x			x				x		
Wocosen											
- Wocosen 12 OL	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
Xylazel S.A.											
- Xylazel® Carcomas	x	x			x		x	x	x		
- Xylazel® Preventivo e Curativo	x	x	x	x	x		x	x	x		
- Xylazel® Total	x	x	x	x	x		x	x	x		
- Xylazel® anticarcomas	x	x			x		x	x	x		
- Xylazel® profesional carcomas	x	x			x		x	x	x		
- Xylazel® triple antitermes	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
- Xylazel® preventivo	x	x	x	x	x			x	x		
Xiloquímica											
- Xylofene M2000	x	x	x	x	x	x	x	x			
- Xylofene SOR 40	x	x	x	x							

Tratamento curativo de Insectos de xilófagos - Insectos sociais							
Produtos	Modo de Aplicação						
	Pincelagem	Aspersão	Injeção	Pulverização	Imersão	Autoclave	Difusão
Akzo Nobel Coatings, S.A.							
- Anticaruncho Ref.: 841	x		x	x	x	x	
Biodur							
- Biodur anticarcoma Ref.: 705	x		x				
Cedria							
- Cedria matacarcomas	x		x	x	x		
- Cedria imprimación tratante	x		x	x			
Dyrup							
- Bondex tratamento Ref.: 4380	x		x	x	x		
- Bondex extra tratamento Ref.: 4150	x	x			x		
- Xylophene SOR 2 e Injector	x		x	x			
FKR Quimica S.L.							
- FKR-IC Insecticida				x	x		
- FKR-I Matacarcoma				x	x		
GMB-Internacional S.A.							
- Proxil	x		x	x	x	x	
Marilina							
- Cuprilina castanha	x			x	x		
- Cuprilina incolor	x			x	x		
- Cuprilina verde	x			x	x		
Masso Ambiental							
- Biflex 80 SC							
- Fustol Massó			x		x	x	
Quimunsa							
- Corpol profesional	x	x	x	x	x	x	
- Corpol PF3 profesional	x		x	x	x	x	
Quimunsa							
- Corpol Tratamiento de maderas antixilofagos	x		x	x			
Robbialac							
- Cuprinol Anti-caruncho 030-0012 Normal	x		x		x		
- Cuprinol Anti-caruncho 030-0015 Sem cheiro	x		x		x		
Tintas potro							
- Imusol BS-13	x				x		
Wocosen							
- Wocosen 12 OL	x		x	x	x	x	
Xylazel S.A.							
- Xylazel® Preventivo e Curativo	x		x	x	x		
- Xylazel® Total	x		x	x	x		
- Xylazel® triple antitermes	x		x	x	x	x	
Xiloquimica							
- Xylofene M2000	x	x	x	x			
- Xylofene SOR 40							